fare elettronica

Fai da Maestro!

Al via il nuovissimo corso di programmazione ANSI C per i PIC

MikroC By Example

L'USB TI AIUTA AD ACQUISIRE I DATI!

Un bellissimo circuito basato sul PIC18F2550 per fare acquisizione dati con la porta USB del tuo computer o notebook

UN INNOVATIVO OROLOGIO A VISUALIZZAZIONE FLUTTUANTE

Tutta la tecnica necessaria per controllare il sincronismo tra l'accensione dei led e l'oscillazione, utilizzando soltanto un PIC!

FAI OSCILLARE IL TUO OPERAZIONALE!

L'amplificatore operazionale può essere una alternativa semplice ed economica all'oscillatore: impara tutto su questa applicazione!

MICROPROCESSORI SIMULATI

Un PicoBlaze™ a 8 bit o un potente processore PowerPC™ simulato da una CPLD? Non solo è possibile, ma molto facile ed economico!

L'INVERTER E LE ONDE SINUSOIDALI

Come fare a generare un'onda sinusoidale necessaria per pilotare con un inverter i motori in corrente alternata

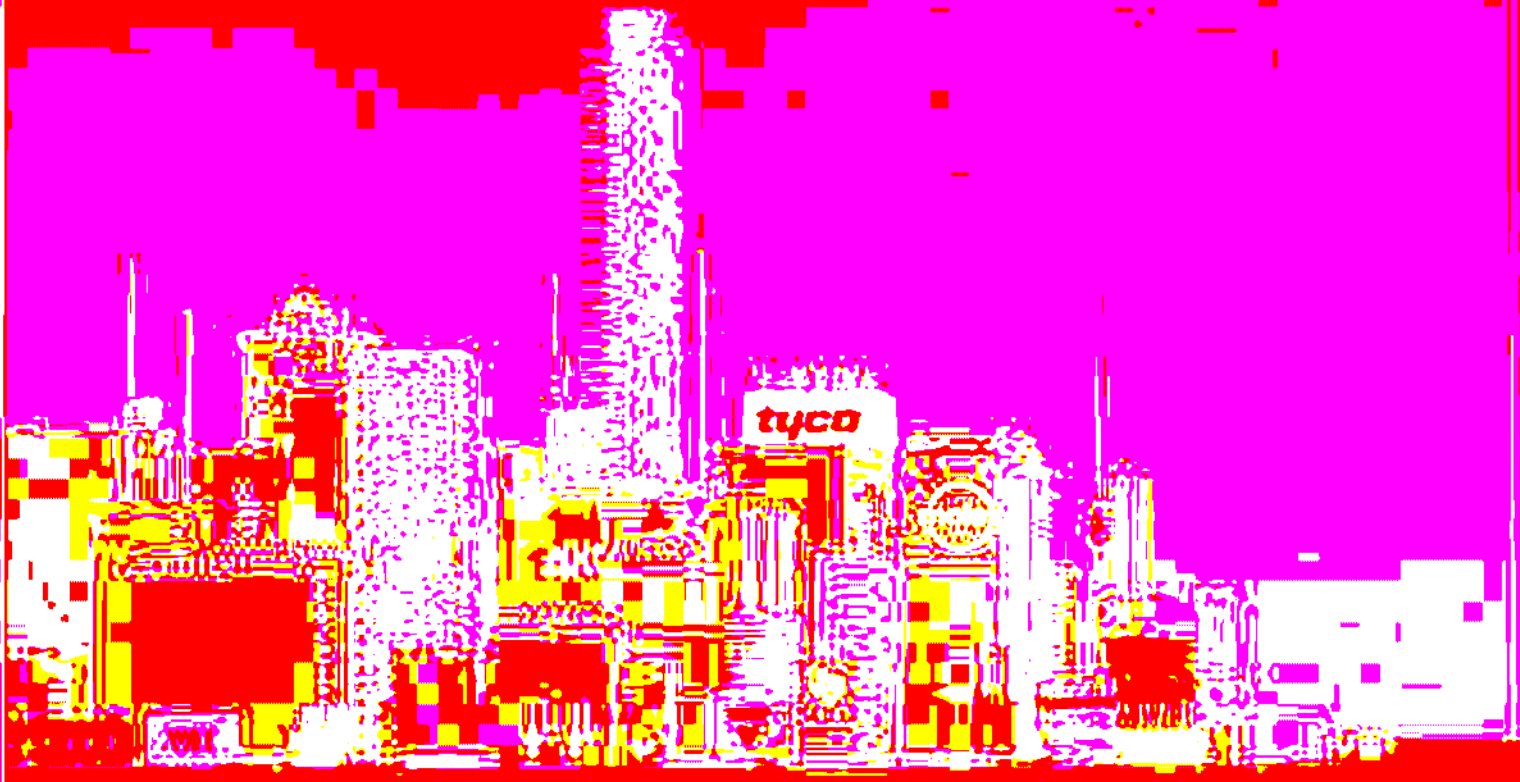
SPECIALE

Dal Barcode al RFID

La radiofrequenza prende il sopravvento sui sistemi di identificazione tradizionali, scopri adesso come funziona la rivoluzionaria tecnologia RFID, la troverai presto anche nelle banconote!

ISSN 1591-2272
60252
9 771591 227008
INWARE EDIZIONI
www.farelettronica.com
€ 5,50

MENSILE - Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano. In caso di mancato recapito, restituire all'editore che si impegna a pagare la relativa tassa presso il CPM di Rozzano - Milano



rswww.it

I brand leader vivono qui.

Quali che siano quando siano

rswww.it

Codice MIP 252002

Fare Elettronica

servizio MIP

Richiedi maggiori informazioni sui contenuti di Fare Elettronica, visita il sito:

www.farelettronica.com/mip

Oppure compila questo modulo ed invialo via fax al numero 02 66508225

More Info Please!

NUMERO DELLA RIVISTA 252

CODICI MIP*
(DA COMPILARE)

DATI DEL LETTORE

NOME

COGNOME

AZIENDA

INDIRIZZO AZIENDA

CAP CITTÀ

PROV. NAZIONE

TEL.

FAX

E-MAIL

Privacy. Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o trmite email a info@inwaredizioni.it

* Utilizza il numero MIP che compare alla fine di ogni articolo o all'interno delle pagine di tuo interesse

Guida al numero 252

Informati!

Richiedi maggiori informazioni sui contenuti di Fare Elettronica, visita il sito:
www.farelettronica.com/mip

pag. 3

Vinci!

Con il quiz **Le So Tutte!!!** puoi vincere ogni mese uno di questi fantastici premi!

pag. 42

Risparmia!

ABBONATI O RINNOVA OGGI IL TUO ABBONAMENTO A FARE ELETTRONICA

1 ANNO x 11 RIVISTE =

L'abbonamento a soli **€45,00**
invece di €60,50

CON UN RISPARMIO DEL 25%

pag. 66

Pratica

22 Orologio a visualizzazione fluttuante

L'elemento di visualizzazione di questo particolarissimo orologio sono 7 led da 3 mm montati sulla lama di un coltello. L'orario viene visualizzato flottante a mezz'aria quando ne viene agitata la lama: un risultato di notevole impatto visivo! L'orologio contiene inoltre un datario, calcola il giorno della settimana e l'età dei nostri amici dei quali ci ricorda il nome, il giorno del compleanno e l'età raggiunta.

52 Pico-Processor con CPLD

Tra le applicazioni "soft" delle Logiche Programmabili, particolarmente interessante è il capitolo che riguarda i Controller Embedded Xilinx, core che implementano le funzioni di controllori di vario tipo e complessità, dal semplice dispositivo PicoBlaze™ a 8 bit fino al processore PowerPC™.
Una guida completa alla realizzazione di un processore di piccola taglia in una FPGA o CPLD delle serie più economiche, con un esempio di realizzazione pratica per CPLD.

68 Sistema di acquisizione dati su bus USB

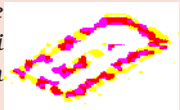
Spesso dovendo esaminare dei dati, è necessario disporre di un hardware adatto per poterne effettuare la registrazione e la visualizzazione. Ecco come soddisfare questa necessità con un circuito basato su microcontrollore PIC e collegato ad una porta USB di un computer.

88 Un bromografo molto speciale

Lo sapevate che il monitor del vostro PC potrebbe diventare un ottimo bromografo? Ecco come trasformarlo a costo zero per ottenere risultati eccellenti!

Speciale

44 Panoramica sulle tecnologie RFID

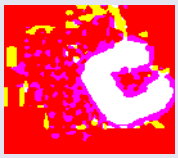


L'omni presente codice a barre che qualche anno fa diede il via alla rivoluzione nei sistemi di identificazione, si rivela oggi inadeguata in un numero sempre maggiore di casi.
I codici a barre oltre a non essere riprogrammabili sono anche particolarmente limitati in termini di quantità di dati che possono contenere. La tecnologia RFID (Radio Fequency IDentification) rappresenta la soluzione ottimale a questo problema, introducendo la possibilità di memorizzare dati di identificazione e ritrasmetterli, quando richiesto, utilizzando comunicazioni radio. Ecco tutti i segreti di questa tecnologia e come viene integrata nelle etichette e perfino nelle banconote.

Giugno 2006

Teoria

80 MikroC By Example: L'ambiente di sviluppo



Dopo il notevole successo riscosso dalla serie di articoli sul MikroBasic, vogliamo presentarvi, a partire da questa puntata, il MikroC: un ambiente di sviluppo, in ANSI C, per PICmicro prodotto dalla MikroElektronika, simile al MikroBasic per semplicità di utilizzo ed efficienza. In questa puntata una descrizione degli strumenti disponibili con alcuni semplici esempi di utilizzo.

94 UPS By Example: La modulazione PWM

Nelle puntate precedenti è stato illustrato come alimentare un carico con un'onda step-wave generata da una configurazione push-pull. Non tutti gli utilizzatori supportano però questo tipo di alimentazione, in questi casi si deve disporre di una sinusoide simile a quella di rete. Ecco come fare.

104 L'operazionale negli oscillatori (I)

Sebbene siano stati approntati circuiti integrati dedicati a questa funzione, è spesso più economico e più semplice ricorrere agli op-amp per realizzare affidabili circuiti oscillatori. Ma quali caratteristiche deve avere un operazionale per essere impiegato come oscillatore? Quali sono le configurazioni tipiche? Tutte le risposte e molto di più nell'articolo di questo mese.

Aziende citate in questo numero

Artek Electronic Solutions	107	Gedit	109
Abacom	21	Inware	27-55
Bivar	12	Linear Technology	8
Blu Press	41	Kevin Schurter	15-71
Compendio Fiere	97	Microchip	13-15-22-68-71
Comfile	55	Mikroelektronica	16-25-57-80
Consorzio Elettrimpex	31-49	Millennium Dataware	79
Cypress Semiconductor	8	ON Semiconductor	101
Dexco Systems	61	Precma	29
Eca	103	RS Components	10
Elettroshop	103	Sensory	27
Erni	13	Teridian Semiconductor	9
Evr Electronics	99	Vicor	10
F&M Fiere e Mostre	35	Xilinx	52
Futura Elettronica	63-111		

Risorse

8 Prima pagina

- *Mixer attivo a bassa potenza per larghezza di banda fino a 4 GHz.*
- *Primo controllore per periferiche/host USB destinato ad applicazioni di "infotainment" nel settore automobilistico.*
- *Teridian lancia il nuovo controller Ethernet embedded ad elevate prestazioni.*
- *Vicor introduce sette nuovi micro moduli di media potenza.*
- *Partnership tra RS Components e Moeller.*
- *Bivar presenta il design HI-Brite Block con led da 1 W.*
- *Erni raddoppia la capacità di trasporto di corrente dei moduli di potenza Ermet.*
- *Microchip annuncia una nuova linea di potenziometri digitali low-power a 6-bit.*

14 Gli eventi di Giugno 2006

- *Radiant and Silicon - Segrate (MI)*
- *Computerfest & Radioamatore Busto Arsizio (VA)*
- *HAM radio 2006 - Friedrichshafen (D)*
- *Mostra mercado del Radioamatore e Dell'elettronica - Cecina a Mare (LI)*

16 Mailbox

- *A proposito di batterie.*
- *Salvare 10 bit in eeprom con PIC.*
- *Generatore di barre per TV.*
- *Caricabatterie in tampone.*

18 Notepad

- *Generatore di tensione di riferimento:*
  riferimento a 10V/20ppm;
  riferimento a 10V/20ppm con compensazione della temperatura;
  riferimento a 5V con drift di 20ppm/°C;
  riferimento a 10V con drift ultra-basso;
  riferimento a 10V ad alta corrente di uscita;
  tensione di riferimento negative.
- *Conversione corrente-frequenza.*

fare elettronica
CULTURA ELETTRONICA APPLICATA
www.farelettronica.com

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE ESECUTIVO
Tiziano Galizia

COORDINAMENTO TECNICO
Maurizio Del Corso

HANNO COLLABORATO IN QUESTO NUMERO
Giovanni Di Maria, Massimo Di Marco, Paolo Sancono, Giovanni Allegra, Nico Grilloni, Antonio Di Stefano, Agostino Rolando, Christian Di Biagio.

DIREZIONE • REDAZIONE • PUBBLICITÁ
INWARE Edizioni srl - Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755 - Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it - www.inwaredizioni.it
Redazione: fe@inwaredizioni.it

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE
Graficonsult - Milano

STAMPA
ROTO 2000 - Via L. da Vinci, 18/20 - 20080, Casarile (MI)

DISTRIBUZIONE
Parrini & C. S.p.a. - Viale Forlanini, 23 - 20134, Milano

UFFICIO ABBONAMENTI
INWARE Edizioni srl - Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755 - Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente
dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30
Tel. 02.66504755 - Fax. 02.66508225

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in abbonamento Postale
D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano.
Abbonamento per l'Italia: € 45,00
Abbonamento per l'estero: € 115,00

Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, al seguente costo:
Numero singolo: € 7,50
Numero doppio: € 9,00
Numero con allegato: € 8,50

Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003.

© Copyright - Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di Inware Edizioni srl.
È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

Privacy - Nel caso la rivista sia pervenuta in abbonamento o in omaggio, si rende noto che i dati in nostro possesso sono impiegati nel pieno rispetto del D.Lgs. 196/2003. I dati trasmessi a mezzo cartoline o questionari presenti nella rivista, potranno venire utilizzati per indagini di mercato, proposte commerciali, o l'inoltro di altri prodotti editoriali a scopo di saggio. L'interessato potrà avvalersi dei diritti previsti dalla succitata legge. In conformità a quanto disposto dal Codice di deontologia relativo al Trattamento di dati personali art. 2, comma 2, si comunica che presso la nostra sede di Cormano Via Cadorna 27, esiste una banca dati di uso redazionale. Gli interessati potranno esercitare i diritti previsti dal D.Lgs. 196/2003 contattando il Responsabile del Trattamento Inware Edizioni Srl (info@inwaredizioni.it).

RICHIESTE DI ASSISTENZA
Per richiedere assistenza o chiarimenti sugli articoli pubblicati, vi preghiamo di utilizzzare il servizio MIP compilando l'apposito modulo on-line all'indirizzo www.farelettronica.com/mip.

COLLABORARE CON FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Tiziano Galizia *(t.galizia@inwaredizioni.it)* e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

ELENCO INSERZIONISTI

Artek Electronic Solutions ..... **pag. 107**
Piazza Pirazzoli, 2 - 40020 Sasso Morelli (BO)
Tel 0542.643192 - www.artek.it

Atmel Italia ..... **pag. 11**
Via Grosio, 10/8 - 20151 Milano
Tel 02.38037-1 - www.atmel.com

BLU PRESS ..... **pag. 41**
Via Cavour 65/67 - 05100 Terni (TR)
Tel. 0744.433606 - www.blupress.it

DEXCO Systems ..... **pag. 61**
Via Milano 14 - 20064 Gorgonzola (MI)
Tel. 02 9517179 - www.dexcosystems.com

Compendio Fiere ..... **pag. 97**
Via Mammianese, 53 - 51017 Pescia (PT)
Tel 0572.490868 - www.compendiofiere.it

Consorzio Elettrimpex ..... **pag. 31-49**
Via Console Flaminio,19 - 20134 Milano
Tel 02.210111230 - www.elettrimpex.it

EVR Electronics ..... **pag. 99**
Viale Kennedy, 96 - 20027 Rescaldina (MI)
Tel 0331.464893 - www.evr-electronics.com

F&M Fiere e Mostre Srl ..... **pag. 35**
Via Caldera, 21/c - 20153 Milano
Tel. 02.40922560 - www.fieremostre.it

Futura Elettronica ..... **pag. 63-111**
Via Adige, 11 - 21013 Gallarate (VA)
Tel 0331.792287 - www.futuranet.it

Gedit ..... **pag. 109**
Via Della Scuola, 128 - 06087 Ponte San Giovanni (PG)
Tel. 0755991028

Inware ..... **pag. 27-55-103**
Via Cadorna 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel 02.66504794 - www.inware.it

Kevin Shurter ..... **pag. 15-71**
Via Settembrini, 29 - 20020 Lainate (MI)
Tel 02.30465311 - www.kevin.it

Millenium Dataware ..... **pag. 79**
Corso Repubblica, 48 - 15057 Tortona (AL)
Tel 0131.860254 - www.mdsrl.it

Precma ..... **pag. 29**
Via Fontanino 4 - 23871 Lomagna (LC) - IT
Tel 039.5300590 - www.precma.it

RS Components ..... **II cop**
Via M. V. De Vizzi, 93/95 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel 02.660581 - www.rs-components.com

Scuola Radio Elettra ..... **IV cop**
Via Biturgense, 104 - 00185 Cerbara di Città di Castello (PG)
Tel 075.862911 - www.scuolaradioelettra.it

Note dalla redazione

Tiziano Galizia
t.galizia@inwaredizioni.it

Alta fedeltà

Secondo alcune ricerche scientifiche è l'olfatto, prima ancora della vista e dell'udito, il senso che stimola le sensazioni più immediate. Ricordo che da ragazzo (squattrinato) visitavo le sale di ascolto dei negozi di alta fedeltà (HI-FI) della mia città sognando un sistema ad alte prestazioni per soddisfare la mia passione. Tutte quelle sale avevano una caratteristica in comune: un inconfondibile odore dolciastro emanato dalle apparecchiature esposte esposte, un odore tuttora impresso nella mia mente. Non potendo affrontare l'acquisto di quei prodotti, dal prezzo spesso folle, ho tentato invano la strada dell'autocostruzione, arrendendomi di fronte ai risultati deludenti. Alzi la mano chi non ha mai costruito un amplificatore audio per poi, superata la soddisfazione iniziale, rimanere deluso dal suono "troppo metallico" o "troppo cupo", dalla distorsione troppo alta o da quel fastidiosissimo fruscio di sottofondo. Sta di fatto che costruire apparecchiature ad alta fedeltà non è così immediato, o almeno non è come avere a che fare con gli "0" e "1" dei microcontrollori: sono tantissimi i fattori che potrebbero trasformare un bel progetto in un insuccesso. Benché il mondo dell'elettronica e quello dell'alta fedeltà siano "cugini" è raro trovare appassionati che si interessino ad entrambi i settori, nonostante siano legati da un doppio filo. È naturale che l'appassionato di elettronica si concentri più sui parametri elettrici mentre l'appassionato di alta fedeltà sull'acustica, creando di fatto due compartimenti quasi stagni.

In redazione ci siamo chiesti come entrare in questo mondo "alla nostra maniera", come portare i lettori ad interessarsi alla costruzione di apparecchiature HI-FI ed unire il modo dell'acustica con quello dell'elettronica. L'idea non si è fatta attendere e, a partire dal prossimo numero, partirà una collaborazione con la rivista più prestigiosa del settore: "*Costruire Hi-Fi*" edita dalla *Blu Press*. Grazie alla grande disponibilità e professionalità mostrata da tutta la redazione di *Costruire Hi-Fi*, potremo presentare progetti sulla costruzione di elettroniche di alta qualità e dal suono inconfondibile, siano esse a valvole che allo stato solido. Affronteremo un nuovo modo di progettare tenendo conto della resa acustica, della qualità del suono e di tanti parametri che fino ad ora abbiamo quasi ignorato nelle nostre costruzioni.

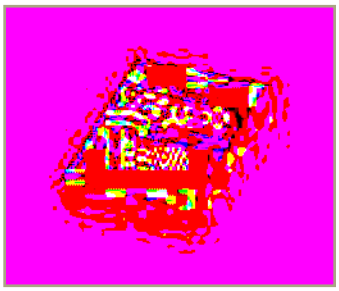
Sia gli audiofili consumati potranno apprendere nuove tecniche grazie allo studio dell'elettronica, sia i neofiti potranno venire in contatto con l?affascinante mondo dell'alta fedeltà, uno degli ultimi baluardi dell'autocostruzione con ancora migliaia di proseliti.

Buona lettura.

Rubrica di notizie e novità dal mondo dell'elettronica.

Prima pagina

MIXER ATTIVO A BASSA POTENZA PER LARGHEZZA DI BANDA FINO A 4 GHZ



Il nuovo mixer a prestazioni elevate di Linear Technology garantisce risparmio energetico e funzionamento dalla bassa frequenza fino ai 4 GHz. Il tipo LT5560 può essere configurato come mixer downconverter o upconverter, offrendo la flessibilità necessaria per una vasta gamma di sistemi wireless portatili o fissi a prestazioni elevate, inclusi radio portatili per la sicurezza pubblica, modem WiMAX per la ricetrasmissione, lettori RFID portatili, ricetrasmettitori VHF/UHF, cuffie e microfoni professionali wireless, stazioni base e ripetitori GSM/EDGE, ricevitori satellitari, radio in banda ISM e strumentazione RF portatile.

Se configurato come mixer a 900 MHz downcoverter alla corrente di alimentazione nominale di 10mA, l'LT5560 offre IIP3 elevata pari a +9,7 dBm e una figura di rumore di 10,1 dB. Queste prestazioni sono completate da un elevato guadagno di conversione di 2,6 dB. Il dispositivo offre inoltre un livello di isolamento RF porta a porta estremamente alto, pari a circa -55 dBc.

L'LT5560 offre un design essenziale per un mixer con bilanciamento doppio, in grado di ottimizzare linearità e isolamento RF. La porta LO (oscillatore locale) supporta un ingresso a basso livello in modalità single-ended da -6 a +1dBm. La porta di ingresso del segnale include inoltre un buffer in ingresso, garantendo l'isolamento da LO a INPUT e migliorando al tempo stesso il guadagno di conversione.

L'LT5560 funziona con alimentazione singola e ampio intervallo di tensione, da 2,7 V a 5,25 V. La corrente di riposo massima è pari a 10 mA con tutti i parametri specificati per tale corrente. La corrente di alimentazione dell'LT5560 può comunque essere regolata da min. 4 mA a 13,5 mA attraverso un resistore esterno: migliori prestazioni di linearità richiedono maggiore dissipazione di energia. Il dispositivo può essere spento tramite un pin ENABLE. Quando è disattivato, il chip porta una corrente di riposo massima di 0,1µA per risparmiare potenza. L'LT5560 viene offerto in un package DFN a 8 pin con ingombro ridotto 3x3 mm per il montaggio superficiale.

Codice MIP 252001

PRIMO CONTROLLORE PER PERIFERICHE/HOST USB DESTINATO AD APPLICAZIONI DI "INFOTAINMENT" NEL SETTORE AUTOMOBILISTICO

Cypress Semiconductor, azienda leader nel settore delle soluzioni USB, ha introdotto una versione del proprio controllore per periferiche/host USB EZ-Host™ (CY7C67300) ottimizzato per applicazioni nel settore automobilistico. Questo dispositivo è conforme con le specifiche Q100 emanate da AEC (Automotive Electronics Council) e può operare nell'intervallo di temperatura compreso tra –40 e +85 °C. Il controllore è ottimizzato per l'uso in applicazioni di "infotainment" in campo automobilistico, compreso l'interfacciamento di lettori MP3, handset mobili e sistemi GPS con i sistemi di visualizzazione e radio presenti a bordo di un veicolo. Recentemente, Cypress Semiconductor ha ottenuto la certificazione in conformità alle specifiche per l'Automotive Industry Qualità Standard ISO/TS 16949, uno standard che garantisce i più elevati livelli di qualità e affidabilità lungo tutta la catena di fornitura dell'industria automobilistica.

More Info Please!

Richiedi maggiori informazioni sui contenuti di Fare Elettronica, visita il sito: **www.farelettronica.com/mip**
Oppure compila il modulo "Servizio MIP" ed invialo via fax al numero **02 66508225**

EZ-Host è un controllore per periferiche/host USB multiporta che include un microcontrollore RISC a 16 bit a elevate prestazioni, due engine per interfaccia seriale USB (SIE – Serial Interface Engine) configurabili e un blocco di I/O pure configurabile che può collegarsi con numerose interfacce standard. Esso è in grado di operare come host o come periferica e supporta fino a quattro porte host. Il controllore dispone di 16 kbyte di RAM, in modo da consentire lo sviluppo di applicazioni custom, diverse interfacce per CPU e il BIOS per gestire una parte dei processi di elaborazione previsti dalle specifiche USB. Il processore embedded presente a bordo elimina il ricorso, in numerose applicazioni, a una CPU esterna, oltre a poter operare alla stregua di un coprocessore.
Tra le caratteristiche di maggior rilievo di EZ-Host si possono segnalare le seguenti: supporto del protocollo USB On-The-Go (OTG); processore on chip a 16 bot operante a 48 MHz con velocità di clock selezionabile dinamicamente che elimina il ricorso a un processore esterno o può essere utilizzato come coprocessore; blocco di I/O configurabile in grado di supportare una vasta gamma di opzioni di I/O o fino a 32 bit di GPIO, supporto di un massimo di quattro porte host; ROM mascherata interna in configurazione 4kb x 16 con BIOS integrato che supporta uno stato "communication ready" con accesso a un'interfaccia EEPROM I2C, ROM esterna, UART o USB; RAM interna di 8 kb x 16 per il buffering del codice e dei dati; porta di interfaccia per memoria estesa per ROM e SRAM esterne; porta seriale veloce in grado di supportare velocità di trasferimento da 9600 baud a 2 Mbaud; supporto per un clock o un quarzo esterno da 12 MHz.
Il dispositivo CY7C67300 conforme alle specifiche AEC è disponibile in package TQFP a 100 pin.

Codice MIP 252002

TERIDIAN LANCIA IL NUOVO CONTROLLER ETHERNET EMBEDDED AD ELEVATE PRESTAZIONI

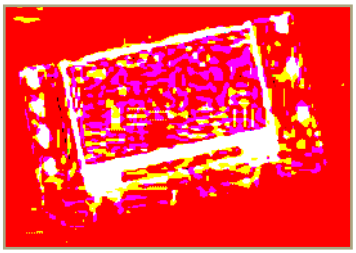
Teridian Semiconductor ha annunciato oggi la disponibilità di alcuni campioni del controller Fast Ethernet ad alte prestazioni per applicazioni embedded. Il 78Q8430 è ideale per prodotti elettronici di largo consumo ed applicazioni industriali che, oltre a richiedere prestazioni elevate e facilità di utilizzo, necessitano di limitare il carico sul processore host.

Ethernet è una tecnologia di rete ad elevata larghezza di banda e a basso costo frequentemente utilizzata dai progettisti di dispositivi elettronici di largo consumo quali decoder, TV digitali ed applicazioni di stampa/fax multifunzione, che consentono la connettività di rete dell'attuale generazione di processori host attraverso un'interfaccia bus generica a 8, 16 o 32 bit.
Il 78Q8430 con IPChecksum hardware integrata e 32 KB di memoria SRAM configurabile è ideale per applicazioni dove la velocità di rete non deve compromettere i requisiti di bassa latenza o prestazioni di funzioni importanti, quali ad esempio l'elaborazione audio o video. Numerosi produttori OEM aggiungono connettività Ethernet alle proprie soluzioni, scoprendo però che non sempre è possibile sostenere l'ulteriore sovraccarico di elaborazione necessario per fornire prestazioni di rete ad un livello ragionevole. Grazie alla disponibilità di supporto hardware dedicato per funzioni di elaborazione intensive e buffer di grandi dimensioni da 32 KB, i progettisti di sistemi possono utilizzare il

78Q8430 per ottenere rapidamente velocità di trasmissione di rete elevate, senza dover dedicare troppo tempo all'ottimizzazione del codice.
A livello di rete, il 78Q8430 si interfaccia con il cavo UTP attraverso un trasformatore e un connettore RJ45. Grazie alle funzionalità complete di negoziazione automatica 802.3 e il supporto per HP Auto-MDIX, è garantita la connessione con qualsiasi dispositivo LAN.
Alcuni campioni dell'78Q8430, insieme ai kit di valutazione, sono già disponibili, mentre la produzione in volume è prevista entro l'anno. Teridian mette inoltre a disposizione i driver del 78Q8430 per processori e sistemi operativi diversi.

Codice MIP 252003

VICOR INTRODUCE SETTE NUOVI MICRO MODULI DI MEDIA POTENZA



Vicor annuncia l'aggiunta di sette convertitori DC-DC Micro di media potenza alla famiglia ad alta densità con ingresso 300Vdc: due modelli da 50 W, uno a 3,3Vout ed uno a 5Vout, e cinque modelli da 75W a 12, 15, 24, 28 e 48Vout. I moduli sono adatti per la progettazione di sistemi d'alimentazione da corrente alternata per applicazioni di controllo industriale e di processo, alimentazione distribuita, medicali, ATE, comunicazioni, difesa ed aerospazio.
L'aggiunta di questi moduli raddoppia l'offerta della famiglia Micro ad alta densità di potenza a 300V d'ingresso, che consisteva in precedenza di moduli da 100W a 5Vout e 150W a 12, 15, 24, 28 e 48Vout. I nuovi prodotti offrono ai clienti una soluzione economica per applicazioni che non richiedano la potenza totale dei moduli Micro disponibili in precedenza.
I convertitori operano con tensione nominale d'ingresso a 300V, in un intervallo compreso fra 180V e 375V, ed hanno densità di potenza fino a 90W/pollice cubo, con efficienze fino al 90%.
I moduli, disponibili in versione compatibile alla direttiva RoHS, misurano 57,9 x 36,8 x 12,7 mm ed hanno un altezza sopra scheda di 10,9 mm.
La linea completa Vicor di soluzioni di potenza include moduli AC-DC e DC-DC ad alta densità e componenti accessori, sistemi di potenza AC-DC e DC-DC completamente configurabili e sistemi di potenza custom completi.

Codice MIP 252004

PARTNERSHIP TRA RS COMPONENTS E MOELLER

RS Components, società del gruppo Electrocomponents, leader nella distribuzione mediante catalogo di componenti e prodotti industriali per qualsiasi settore applicativo, e Moeller Electric, leader mondiale nella fornitura di prodotti per l'automazione industriale, hanno recentemente siglato un importante accordo commerciale per la distribuzione delle soluzioni Moeller attraverso il catalogo RS.
L'accordo è stato siglato a Oxford, dove Kevin Thompson, responsabile Product Management del gruppo Electrocomponents, e Paul Corbett, Direttore Generale di Moeller, si sono incontrati per definire tutti i dettagli del nuovo modello di business che guiderà le future strategie commerciali delle due aziende.
Il costante impegno per la soddisfazione delle esigenze della clientela e la continua ricerca di nomi prestigiosi da aggiungere al proprio elenco di aziende partner, hanno spinto RS a rinnovare la partnership con Moeller. Come sottolinea Ermanno Maffè, Amministratore Delegato di RS Components: "Ci stiamo sempre più rendendo conto che il nostro ruolo di distributori leader a livello mondiale ci impone di essere in grado di offrire ai nostri clienti soltanto i prodotti migliori disponibili sul mercato, in modo da assicurare la massima uniformità della nostra offerta a livello internazionale. RS fornisce alla propria clientela gli stessi prodotti e gli stessi servizi a qualsiasi latitudine del pianeta: la capacità di mantenere e ampliare nel tempo un'offerta simile, è possi-

A NEW CHIP IN TOWN

Codice MIP 252011

bile grazie a una solida struttura organizzativa e a un'esperienza di oltre 70 anni".
Al termine dell'incontro, Paul Corbett di Moeller ha commentato: "In RS abbiamo subito trovato un vero partner, non solo per la loro indiscutibile abilità nella distribuzione e nella vendita dei nostri prodotti, ma anche, e forse è un aspetto ancora più importante, per la loro capacità di integrarsi perfettamente con le nostre strategie commerciali e di marketing".
Grazie al continuo ampliamento della gamma di prodotti a catalogo e al costante aumento delle vendite registrato negli ultimi mesi, entrambe le aziende considerano questo accordo come "un elemento chiave per dare un ulteriore impulso vitale ai propri piani di sviluppo", conclude Maffè.
Con questo accordo, RS si riconferma il distributore più affidabile in ogni ambito, non solo grazie alla consolidata esperienza sui mercati internazionali, ma anche grazie alle solide partnership strette con i migliori produttori mondali e all'impegno, concreto e tangibile, nel garantire sempre il massimo servizio alla propria clientela.

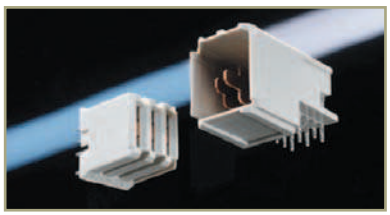
Codice MIP 252005

BIVAR PRESENTA IL DESIGN HI-BRITE BLOCK CON LED DA 1 W

L'unità aziendale Design Center Solutions di Bivar ha presentato una serie di blocchi LED da 1 Watt per l'uso in applicazioni industriali, automobilistiche, di architettura e retroilluminazione, nonché applicazioni di illuminazione singola o multipla. Questa serie offre una nuova libertà di design per la configurazione di sorgenti luminose modulari ad alta intensità nelle applicazioni che richiedono versatilità in termini di stile di illuminazione, potenza e metodi di montaggio.
Hi-Brite Block™ serie B^3 (in attesa di brevetto) è stato creato per supportare tre (3) diverse lenti di proiezione Cree® e Fraen® oppure lenti diffuse a basso profilo e lenti a luce diffusa opzionali per soddisfare qualsiasi requisito di illuminazione. Il nuovo design offre inoltre la possibilità di scegliere tra i LED colorati standard più diffusi del settore, inclusi i LED Cree® XLamp® ad alta potenza. I LED sono montati in superficie su un mini PCB e assemblati in una base a basso profilo per luce diffusa o modulare con potenze diverse, inclusi presa diretta o regolatore di corrente CC/CC integrato (sono disponibili adattatori opzionali CA/CC per l'installazione a parete). Sono disponibili lunghezze di cavo e tipi di connettori differenti. Questo design consente di ottenere un'illuminazione ad alta intensità in un'unità integrata autoalimentata. I sistemi di montaggio includono dispositivo di blocco, piastra o supporto adesivo rapido per la massima semplicità e sono ideali per la disposizione a griglia o in linea in grado di soddisfare qualsiasi esigenza dimensionale ed estetica. Le unità Hi-Brite Block hanno un ingombro compatto 1" x 1", che garantisce l'implementazione semplice e riduce al contempo i limiti associati ai tempi di commercializzazione delle soluzioni non integrate.
Grazie al design modulare dell'unità, il dispositivo presenta anche ottime caratteristiche di gestione termica ed è prodotto in conformità alle specifiche RoHS per soddisfare i sempre più severi requisiti di conservazione dell'ambiente a livello globale. La serie B^3 è caratterizzata da un angolo di visualizzazione di 100° nel gruppo LED ad alta potenza, grazie all'uso di materiali InGaN e AllinGaAIP con lunghezze d'onda da 465 a 635 nm (fino a 8000K per il bianco). I tipi di lenti a disposizione per una vasta gamma di diametri di proiezione garantiscono la versatilità necessaria per l'utilizzo nelle applicazioni più diversificate. Il valore If massimo è di 400mA. Quando il dispositivo è spento, la lente è trasparente.

Codice MIP 252006

ERNI RADDOPPIA LA CAPACITÀ DI TRASPORTO DI CORRENTE DEI MODULI DI POTENZA ERMET



Grazie ad un nuovo materiale utilizzato per i contatti, ERNI ha raddoppiato la capacità di

trasporto della corrente dei suoi moduli di potenza ERmet. Questi moduli di potenza a 3 pin sono ora in grado di gestire correnti fino a più di 18 A (a 20 °C) per contatto. Oltre a ridurre – a parità di amperaggio – il riscaldamento dei contatti, i nuovi connettori di potenza consentono di supportare applicazioni di tipo hot-swap.
I contatti maschio ad angolo retto con terminazione press-fit, unitamente ai connettori ERmet da 2-mm, sono configurati per fornire l'alimentazione alle schede figlia in conformità alla normativa IEC 61076-4-101. In aggiunta, i moduli di potenza ERmet – caratterizzati da un'ampiezza di 12 mm – sono compatibili con altri connettori a 2 mm e in standard DIN41612. I moduli di potenza ERmet sono conformi alle direttive RoHS.
La famiglia di connettori ERmet con passo 2.0-mm è conforme alle norme IEC 61076-4-101. Questi prodotti sono utilizzati principalmente nelle applicazioni legate ai settori telecomunicazioni, networking e IPC e sono in grado di trasferire in modo affidabile i dati a velocità fino a 1 Gbit per secondo.
I connettori ERmet sono disponibili in versioni a sette righe di contatti (cinque righe di segnali e due di schermatura) o a 10 righe di contatti (otto di segnali, due di schermatura). Tra le versioni alternative si segnalano modelli con connettore standard e invertito, connettori con o senza schermature, connettori femmina verticali, modelli con contatti di varia lunghezza, soluzioni con terminazioni press-fit o THR e connettori di potenza.

Codice MIP 252007

MICROCHIP ANNUNCIA UNA NUOVA LINEA DI POTENZIOMETRI DIGITALI LOW-POWER A 6-BIT

Microchip annuncia la nuova famiglia MCP401x di potenziometri digitali volatili a 6-bit, a bassa potenza e a bassa tensione. I nuovi prodotti offrono agli ingegneri una soluzione digitale estremamente competitiva dal punto di vista dei costi e delle dimensioni rispetto alle attuali soluzioni basate su potenziometri meccanici.
Disponibili in package miniaturizzato SOT-23 a 5- e 6-pin nonché in package DFN da 2 mm x 3 mm, i dispositivi MCP4011 / 4012 / 4013 / 4014 aiutano a ridurre gli ingombri e l'altezza delle schede utilizzate in molte applicazioni portatili. I consumi ridotti (0.3 microamp tipici) e la bassa tensione operativa (fino a 1.8V) permettono di incrementare la vita delle batterie.
Tra le caratteristiche della famiglia MCP401x si segnalano una INL (Integral Non-Linearity) massima di 1/2 LSB, una DNL (Differential Non-Linearity) massima di 1/2 LSB, un coefficiente di temperatura end-to-end tipico di 100 ppm e un coefficiente raziometrico tipico di 10 ppm. Oltre a questo, i nuovi dispositivi operano su un range di temperatura esteso da -40 a +125 gradi Celsius.
I potenziometri digitali MCP4011/4012/4013/4014 sono particolarmente indicati per la calibrazione dei sensori, per il controllo di set-point, per il test e la misura, per il controllo di processo e per le applicazioni di acquisizione dati.
Per aiutare gli ingegneri a iniziare a progettare con la nuova famiglia, Microchip offre la scheda di valutazione "Non-volatile Digital Potentiometer" MCP402XEV al costo di 15 Dollari. Per i dispositivi utilizzati nei circuiti di filtraggio è possibile utilizzare il tool di progettazione per filtri attivi FilterLab® 2.0. Il software FilterLab – che può essere scaricato gratuitamente dal sito web Microchip permette la generazione degli schemi dei circuiti di filtraggio, completi con i valori dei componenti e dei diagrammi della risposta in frequenza. L'MCP4011 è offerto in package DFN a 8-pin da 2 mm x 3 mm, in package MSOP e in package SOIC. L'MCP4012 e l'MCP4013 sono disponibili in package SOT-23 a 6-pin; l'MCP4014 è disponibile in package SOT-23 a 5-pin.

Codice MIP 252008

Rubrica di appuntamenti, manifestazioni ed eventi nel mondo dell'elettronica

Gli eventi di GIUGNO 2006

03-04 GIUGNO 2006
RADIANT AND SILICON

L'evoluzione della comunicazione. Mostra mercato di elettronica, informatica, telefonia, radiantismo, editoria, tv satellitare, hobbistica, surplus, radio d'epoca. Attualmente Radiant And Silicon, che si sviluppa su una superficie espositiva superiore ai 10.000 mq. coperti, con più di 180 espositori per edizione ed oltre 40.000 visitatori annui, è considerata la più importante mostra mercato nazionale del suo settore.

Informazioni utili:

Parco Esposizioni Novegro - Segrate (MI)
Organizzazione Comis
www.parcoesposizioninovegro.it - Tel. 02.7562711
Orario dalle 9:00 alle 18:00 (€ 8,00)

Principali espositori:

- **Inware edizioni srl** - www.inwaredizioni.it

Codice MIP 252301

03-04 GIUGNO 2006
COMPUTERFEST & RADIOAMATORE

Fiera dell'elettronica, dell'informatica e del radioamatore. Dal sito dell'organizzatore Compendio Fiere, è possibile scaricare le riduzioni per il biglietto d'ingresso.

Informazioni utili:

Fiera di Malpensa – Busto Arsizio (VA)
Organizzazione Compendio Fiere
www.compendiofiere.it - Tel. 337.676719
Orario dalle 9:00 alle 18:30 (€ 6,00)

Principali espositori:

- **Inware edizioni srl** - www.inwaredizioni.it

Codice MIP 252302

23-25 GIUGNO 2005
HAM RADIO

HAM RADIO è la fiera del settore numero uno in Europa. Si compone di oltre 200 espositori provenienti da 35 diverse nazioni, i quali esporranno una completa gamma di prodotti per radio amatori. Ogni anno approssimativamente 20.000 visitatori partecipano a questo evento.

Informazioni utili:

Neue Messe - Friedrichshafen (Germania)
Organizzazione Messe Friedrichshafen GmbH
www.hamradio-friedrichshafen.de
Tel +49 (0) 7541.708404
Orario dalle 9:00 alle 18:00 (€ 7,00)

Codice MIP 252303

01-02 LUGLIO 2006
MOSTRA MERCADO DEL RADIOAMATORE E DELL'ELETTRONICA

La mostra raccoglie oltre 30 espositori nel campo della radiantistica e dell'elettronica e conta al suo attivo oltre 3000 visitatori.

Informazioni utili:

Area Espositiva La Cecinella - Cecina a Mare (LI)
Organizzazione Promozione e sviluppo Val Di Cecina - prosvi@etrurianet.it - Tel. 0586.785026
Orario dalle 9:00 alle 19:30 (€ 6,00)

Codice MIP 252304

Sei l'**organizzatore** di una manifestazione del settore?
Registrala all'indirizzo **www.farelettronica.com/eventi** e sarà pubblicata gratuitamente in questo spazio!

Se sei un **espositore** e vuoi comparire gratuitamente in questo elenco, registrati all'indirizzo www.farelettronica.com/eventi

Design completi per i contratti delle utenze

Energy

Gas

Water

Heat

Codice MIP 252015

Scrivete a:
MAILBOX
REDAZIONE DI
FARE ELETTRONICA
Inware Edizioni s.r.l.
Via Cadorna, 27/31
20032, Cormano (MI)

Oppure inviate un'email a:
mailbox@farelettronica.com

Mailbox

Questa rubrica ospita le richieste più interessanti pervenute dai lettori. Per quanto possibile verrà data risposta a tutte le richieste pervenute via email.

A PROPOSITO DI BATTERIE

Spett.le Redazione, ho letto con interesse l'articolo pubblicato su Fare Elettronica 248 relativo alla rigenerazione delle batterie. La mia domanda è questa: sono in possesso di batterie al Litio praticamente "morte", è possibile rigenerarle in qualche modo? Inoltre non sono riuscito a rigenerare alcune batterie al Ni-Cd con la tecnica da voi proposta, ma non capisco perché dato che il circuito ha funzionato con molte delle batterie in mio possesso. Vi sarei grato se aveste dei suggerimenti da darmi.

Mario Nilzi

Il recupero delle batterie "morte" è alquanto problematico.
Purtroppo con le nuove batterie al litio il sistema è irreversibile, poiché la loro struttura interna non consente recuperi in genere.

Diversamente Le Ni-Cd, potrebbero essere rinvigorite, azzerando quasi completamente il tipico effetto memoria con la ripetuta scarica e la relativa ricarica. Naturalmente non bisogna scendere sotto un certo livello di tensione, pena il danneggiamento della batteria stessa.
Per le batterie NI-CD particolarmente "testarde", si consigliano alcune applicazioni di alta tensione (30-40 Volt) fornite da un grosso condensatore elettrolitico preventivamente caricato (almeno 20.000 microfarad 50 VL).
Nell'applicazione della tensione alla batteria si ricorda di fare attenzione in quanto la scarica elettrostatica sul corpo umano, pur non essendo pericolosa, è piuttosto fastidiosa.

SALVARE 10BIT IN EEPROM CON UN PIC

Carissimi di Fare Elettronica, ho seguito con molta attenzione il corso di programmazione dei PIC in mikroBASIC ed avrei una domanda a proposito della memorizzazione di un dato nella memoria EEPROM del PIC. Utilizzando il convertitore AD del 16F877 dispongo di un dato su 10bit, ma la memoria EEPROM è organizzata ad 8bit. Come posso salvare il dato? Grazie per la vostra eventuale risposta.

Gianfranco Nitteri

La EEPROM del PIC16F877 è organizzata in celle da 8 bit, quindi in una locazione può essere memorizzato solo un valore fino a 255. Nel caso specifico, dopo una conversione A/D a 10 bit, basterà dividere tale valore in due parti (byte più e meno significativo) usando la codifica a base 256. I due byte saranno così memorizzati in due altrettante locazioni adiacenti e, naturalmente, verranno occupate due locazioni. Questo metodo consente di memorizzare dati con la precisione di 16bit.

GENERATORE DI BARRE PER TV

Gent. Redazione, sono un riparatore TV e mi sarebbe molto utile un circuito per la generazione di barre orizzontali e verticali per verificare la corretta taratura della scansione verticale ed orizzontale. Grazie.

Marco Gentilini

Lo schema richiesto è molto semplice ed è riportato in figura 1. Il 2N3704 preleva i sincroni-

"Richieste, chiarimenti, dubbi e commenti dai lettori"

smi dall'uscita dell'oscillatore orizzontale e verticale del TV, mentre il 2N930 adatta il segnale affinché possa essere applicato direttamente all'antenna. Il 2N498 provvede a determinare la giusta larghezza della barre. Il circuito può essere sistemato all'interno di un pennarello per rendere più maneggevole la sua applicazione all'antenna.

CARICABATTERIA IN TAMPONE

Purtroppo il caricabatteria per la mia auto non funziona più e vorrei utilizzare il contenitore e l'amperometro per costruirne uno nuovo. Avete uno schema semplice e funzionante? Grazie per l'attenzione.

Andrea Moretto

La figura 2 mostra un semplice caricabatteria per auto in tampone. Il circuito eroga la massima corrente quando la batteria è scarica e ne diminuisce automaticamente l'erogazione via via che la batteria si ricarica. Questo meccanismo consente di interrompere l'erogazione di corrente quando la batteria risulta completamente carica. L'SCR T1 oltre a determinare la corrente di carica, protegge il circuito da eventuali inversioni di polarità. R1 limita la massima corrente di carica e viene determinata dalla relazione R1=16/I dove I è la massima corrente desiderata. Il trimmer viene tarato con una batteria di buona qualità per fissare la progressività dell'abbassamento della corrente erogata. Il trasformatore dovrà essere in grado di erogare una corrente almeno pari al doppio della massima corrente di carica determinata da R1.

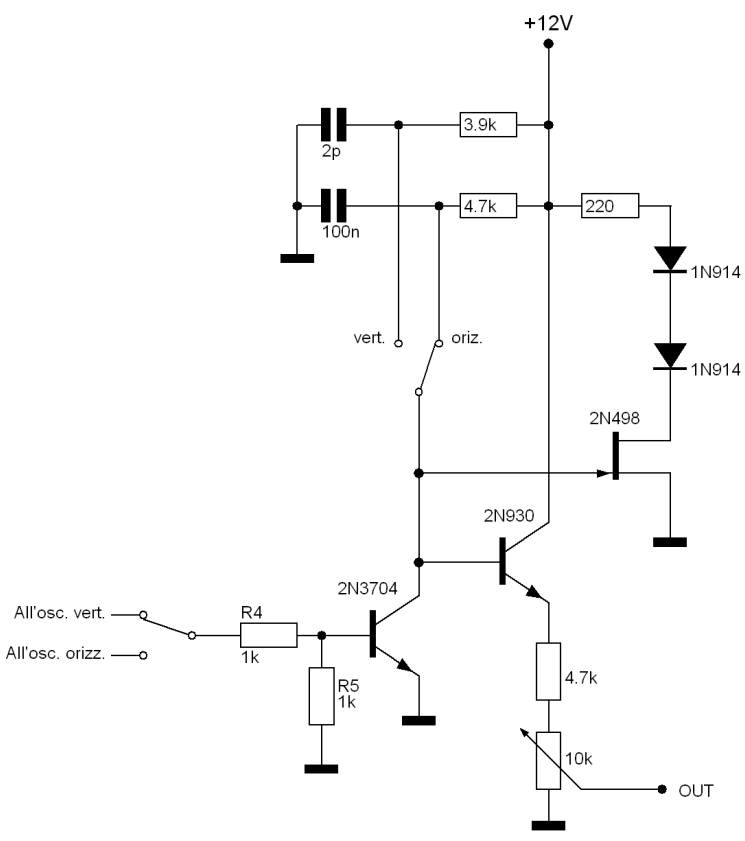


Figura 1

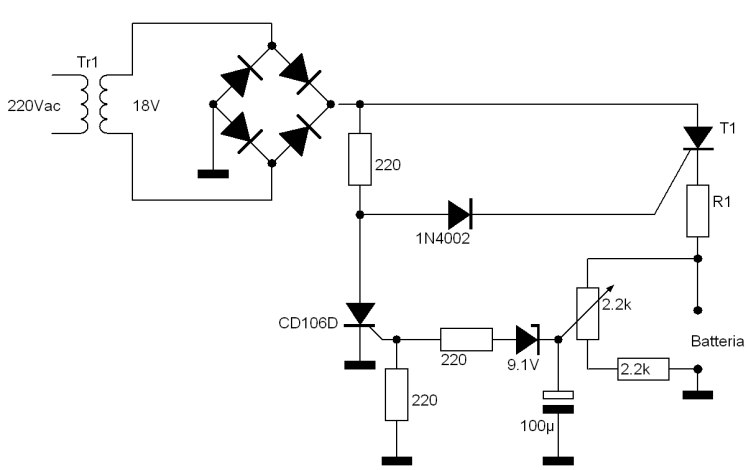


Figura 2

Dal blocco note di Fare Elettronica una raccolta di idee da tenere sempre a portata di mano.

Notepad

Questa rubrica ha lo scopo di fornire degli schemi applicativi o idee di progetto dei componenti elettronici più interessanti, selezionati per voi dalla redazione. Tutti gli schemi presentati sono elaborazioni di quelli ufficiali proposti dai produttori nella documentazione ufficiale.

GENERATORI DI TENSIONE DI RIFERIMENTO

Riferimento a 10V/20ppm

Il circuito di figura 1 consente di ottenere una tensione di riferimento di 10V con un livello di precisione di 20ppm. Il circuito impiega uno zener con stabilità di 10ppm/°C e resistori a basso drift.

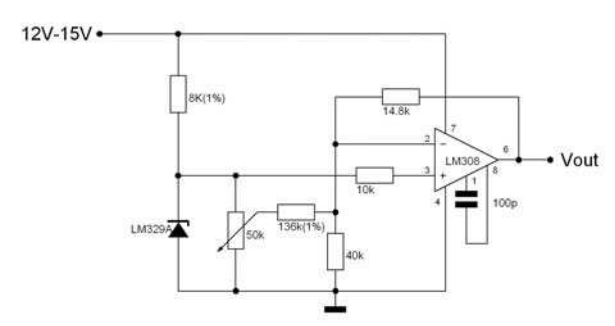


Figura 1

Riferimento a 10V/20ppm con compensazione della temperatura

Il circuito di figura 2 è una versione migliorata di quello visto precedentemente. Al posto dello zener viene impiegato un LM399 ovvero uno zener con stabilizzatore in temperatura. Come per il circuito di figura 1 l'alimentazione deve essere di 12V -15V regolati e precisi all'1%.

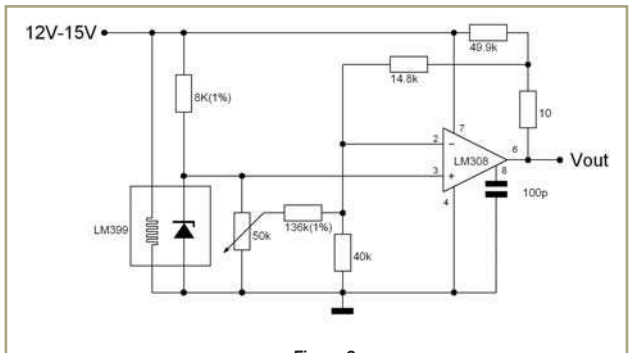


Figura 2

Riferimento a 5V con drift di 20ppm/°C

Per ottenere una tensione di riferimento a 5V a bassa deriva termica (20ppm/°C) è possibile utilizzare il circuito di figura 3. L'operazionale LM308 è montato come inseguitore di tensione al fine di rendere disponibile la tensione con una bassa impedenza di uscita.

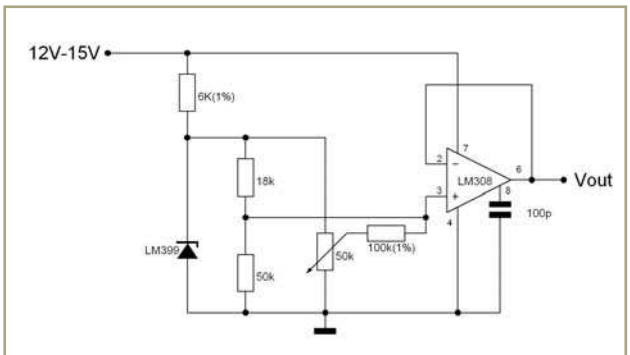
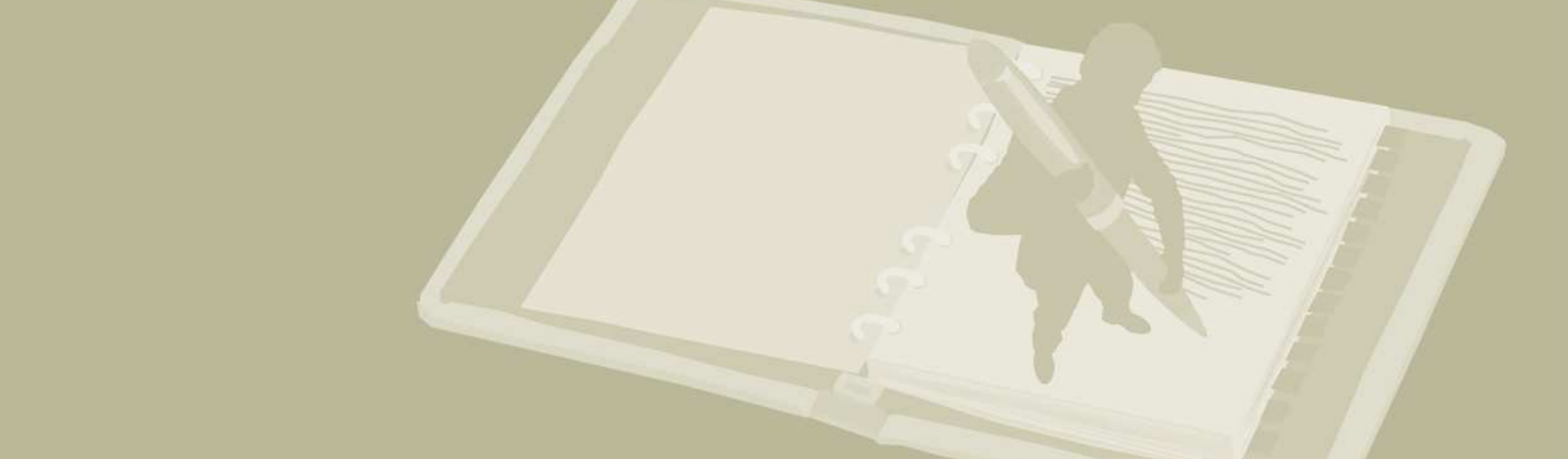


Figura 3

Riferimento a 10V con drift ultra-basso

In figura 4 uno schema leggermente più complesso ma che consente di ottenere un riferimento a 10V stabile a bassissima deriva termica (1ppm/°C). Lo zener compensato in temperatura (LM199A) fornisce una tensione con un drift di 0,5ppm/°C, mentre l'LM121 è un operazionale la cui deriva dipende dalla tensione di off-



set. Tale tensione può essere regolata mediante i due trimmer in modo da ridurre al minimo la deriva termica. La procedura di taratura è la seguente:

- Disconnettere LM199 e connettere il pin 3 del LM121 alla massa;
- Regolare P1 per avere in uscita 1,4mV;
- Riconnettere LM199 e regolare P2 per ottenere in uscita i 10V.

Riferimento a 10V ad alta corrente di uscita

Utilizzando un AD584 come mostrato nello schema di figura 5 è possibile ottenere una tensione di riferimento di 10V con una corrente di uscita di 4A. La figura 6 mostra invece una variante per ottenere una uscita a 5V con corrente di 12A.

Tensione di riferimento negative

Per ottenere una tensione di riferimento di -5V utilizzando l'AD584 è possibile impiegare lo schema riportato nella figura 7. Questo circuito funziona con una tensione di alimentazione negativa di -15V in continua. In questa configurazione l'AD584 assorbe meno di 5mA.

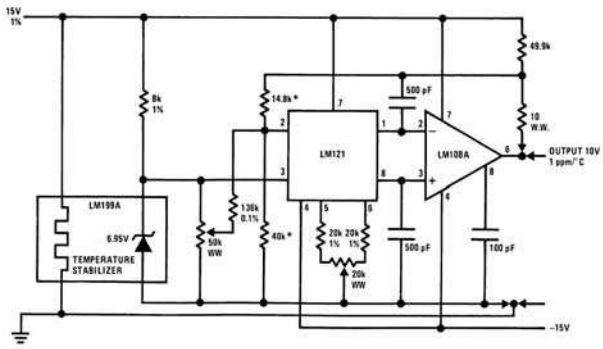


Figura 4

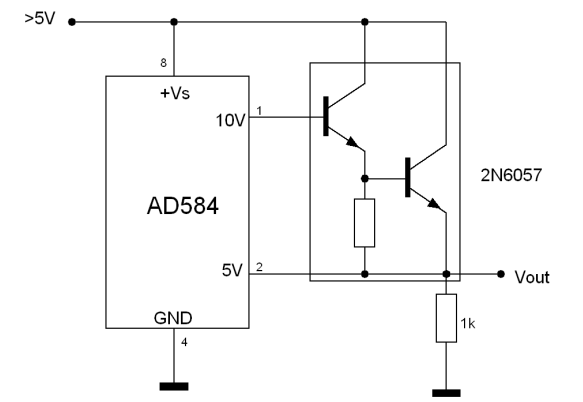


Figura 6

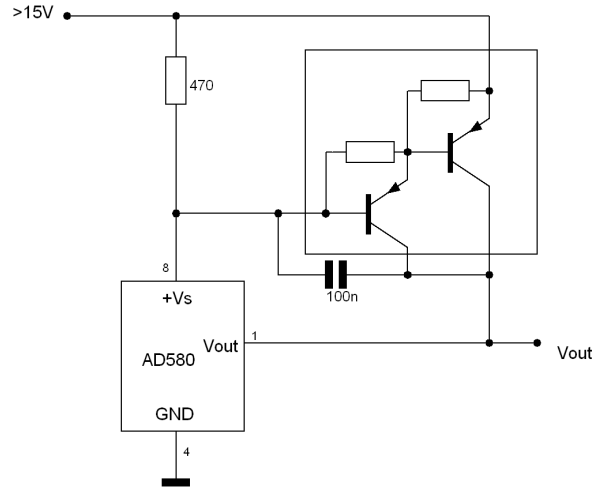


Figura 5

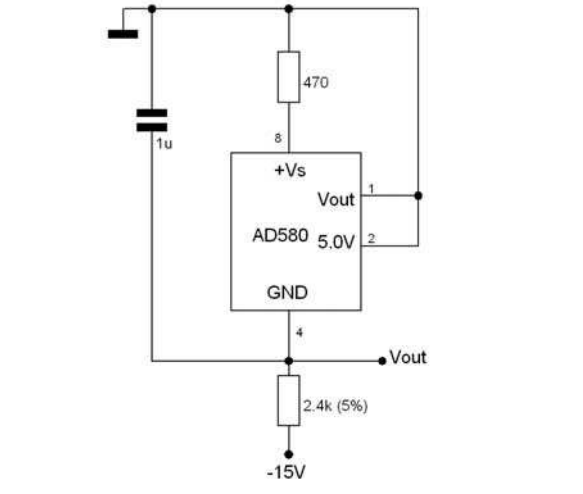


Figura 7

CONVERSIONE CORRENTE-FREQUENZA

Esistono diverse soluzioni per convertire una corrente in un segnale la cui frequenza dipende dalla corrente stessa.
Di seguito sono riportate alcune soluzioni che soddisfano esigenze diverse. La figura 8 mostra una soluzione per correnti negative fino a 200µA cui corrisponde una frequenza massima di 10KHz di fondo-scala.
La figura 9 mostra invece una soluzione per correnti positive.

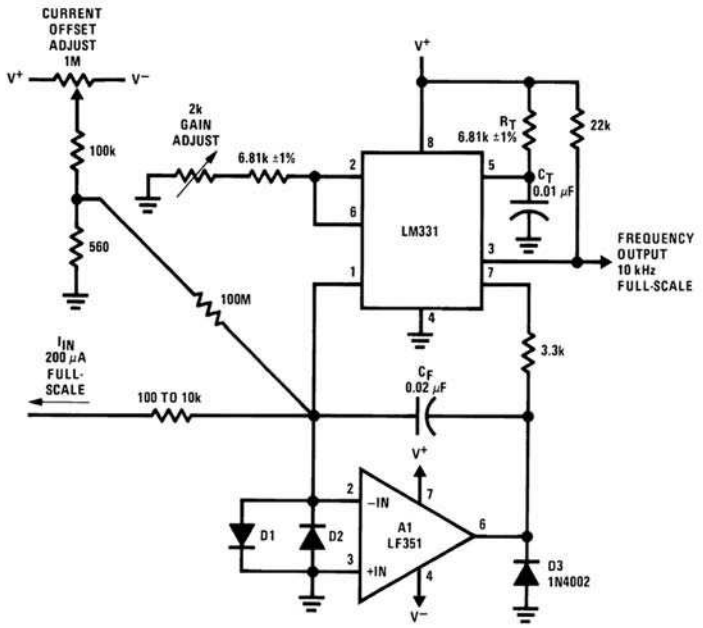


Figura 8

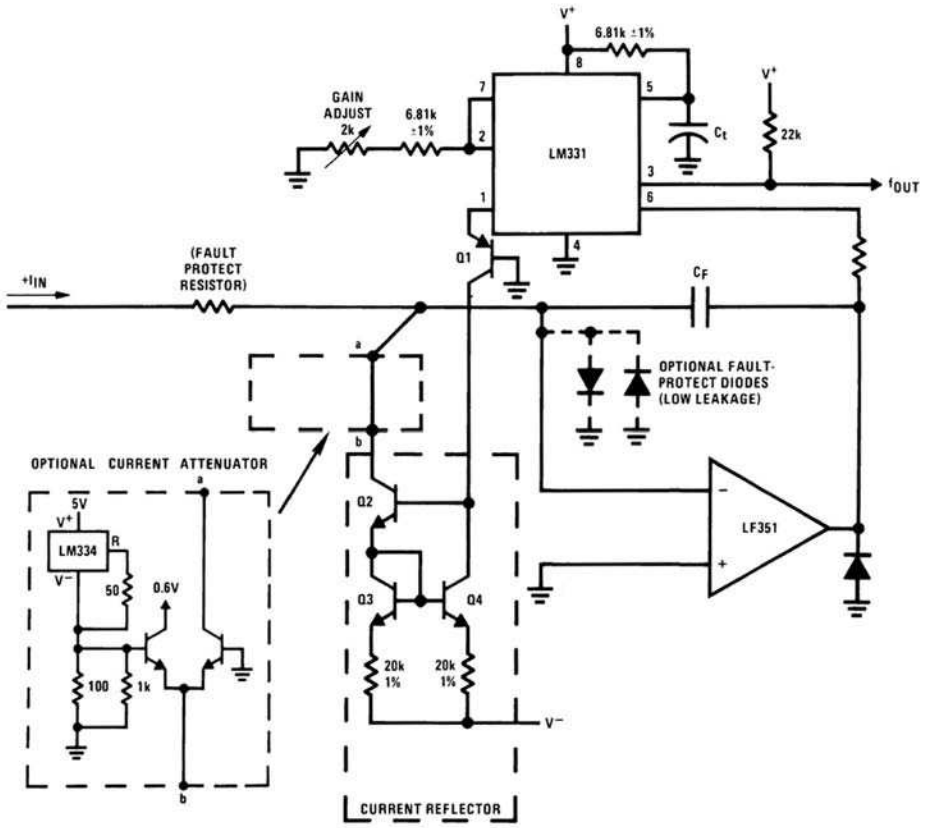


Figura 9

LA SOLUZIONE
per il disegno tecnico

Sprint-Layout

sPrint-Layout è il compagno ideale di sPlan anche se può lavorare in modo del tutto indipendente. Il programma è studiato appositamente per la realizzazione di circuiti stampati, il quale, oltre le funzioni standard necessarie alla creazione di circuiti stampati, offre anche funzioni professionali quali: esportazione in formato GERBER ed EXCELLON.
Tra le numerose ed innovative caratteristiche ne troviamo una studiata appositamente per gli hobbisti, infatti, è possibile scannerizzare un circuito stampato da una rivista o un qualsiasi supporto cartaceo ed importarlo per facilitarne il disegno o la modifica. La funzione di "photoview" mostra il circuito stampato così come apparirebbe una volta prodotto (funzione che utilizziamo per la rivista Fare Elettronica). Un libreria di componenti, facilmente creabili o modificabili, completa la ricca dotazione del programma.
I disegni di Fare Elettronica sono realizzati con Sprint-Layout, da oggi potrai scaricarli dal sito e modificarli direttamente.

€ 39,00 (+Iva)

sPlan

Splan è un cad appositamente realizzato per la stesura di schemi elettrici che implementa tutti gli strumenti necessari allo svolgimento del lavoro in modo semplice ed efficace. sPlan è dotato di molte funzioni tra le quali: numerazione automatica di componenti, scaling e preview dei componenti, gestione delle librerie di simboli, modifica di ogni singolo elemento sullo schermo, griglia di posizionamento, connessioni automatiche, e molto altro ancora. La libreria di simboli contiene moltissime parti pronte all'uso, inoltre le funzioni di editing dei simboli consentono la creazione di nuovi molto velocemente. SPlan implementa anche un potente motore di stampa e la possibilità di esportare i disegni in diversi formati, anche grafici.

€ 39,00 (+Iva)

Front Designer

I tempi sono cambiati ed il vostro progetto elettronico non ha più motivo di essere incluso in un vecchio pacchetto di sigari. Oggi molti rivenditori offrono contenitori adatti a tutti i tipi di circuiti immaginabili, ma spesso i dispositivi autocostruiti restano incompleti per la mancanza delle indicazioni sul pannello frontale.
Front Designer offre la possibilità di creare pannelli frontali veramente professionali.

€ 39,00 (+Iva)

Codice MIP 252021

Puoi ordinare Sprint-Layout , sPlan e Front Designer
sul sito Internet www.farelettronica.com/abacom oppure telefonando allo 02.66504755

Orologio a

L'elemento di visualizzazione di questo particolarissimo orologio sono 7 led da 3 mm montati sulla lama di un coltello. L'orario viene visualizzato flottante a mezz'aria quando si agita la lama, per un risultato di notevole impatto visivo. L'orologio contiene inoltre un datario, calcola il giorno della settimana, e l'età dei nostri amici dei quali ci ricorda il nome, il giorno del compleanno e l'età raggiunta.

BOB BLICK

L'idea di visualizzare caratteri alfanumerici attraverso una striscia di led in movimento, da accedere e spegnere agli istanti di tempo opportuni, è attribuita a Bob Blick, che ha realizzato il suo "Propeller Clock" nel 1995. Altri autori sono arrivati indipendentemente alla stessa idea, ma posteriormente nel tempo. La maggior parte di questo tipo di orologi compie un movimento rotatorio circolare uniforme. In questa realizzazione, invece, il movimento è alternativo oscillante, poiché il coltello fissato alla base di ferro si comporta da pendolo fisico (Figura 1). Il sistema funziona grazie alla persistenza della visione delle immagini sulla retina: è esperienza di tutti che una luce in movimento rapido viene percepita come una striscia luminosa continua. Se tale luce è lampeggiante, viene percepita come una serie di segmenti in posizioni differenti. Grazie alla rapidità dell'elettronica è possibile visualizzare qualunque scritta (Figure 2 e 3) rispettando temporizzazioni precise, facendo apparire i punti luminosi sempre nella stessa posizione, ad ogni passaggio e ripassaggio del coltello oscillante. La sincronizzazione con il movimento del coltello è assicurata da un semplice circuito di rilevazione interruzione fascio di luce infrarossa, posto centralmente a metà corsa. La luce bianca/rosata visibile nelle fotografie è proprio la luce infrarossa emessa dal led i.r., invisibile ad occhio nudo, ma catturata dall'obiettivo e dal sensore CCD della fotocamera digitale.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema elettrico, visibile in figura 4, è piuttosto semplice, poiché il circuito è di tipo digitale ed è stato utilizzato un microcontrollore che sovraintende a tutte le funzioni. X1 è il connettore di alimentazione: positivo al terminale cen-

Figura 1 Prototipo dell'orologio

visualizzazione fluttuante

di Paolo Sancono

trale, negativo a quello esterno. D1 protegge da inversioni di polarità accidentali, e rende il circuito idoneo ad essere alimentato con tensione alternata. D1 raddrizza una sola semionda, e scarta l'altra, ma dato l'esiguo assorbimento del circuito, C1, caricato nella prima semionda, non fa in tempo a scaricarsi durante la seconda semionda, alimentando direttamente il carico. La tensione di ingresso può quindi essere continua o alternata, compresa tra 8V e 18V. Oltre 18V occorre montare un dissipatore su IC2, il quale stabilizza la tensione di ingresso su 5V. I condensatori C2, C3, C4 servono ad impedire oscillazioni dello stabilizzatore. C7 invece disaccoppia la tensione di alimentazione vicino al microcontrollore, e fa fronte agli assorbimenti di corrente impulsivi tipici degli integrati logici CMOS.

Figura 2 Visualizzazione dell'ora

Figura 3 Visualizzazione di caratteri alfanumerici; in questo caso, il giorno della settimana

IC1 è il microcontrollore PIC16F628 della Microchip, configurato per lavorare con un quarzo esterno (unico modo di garantire una base tempi precisa all'orologio), e per ignorare il segnale MCLR/, così da poter tenere scollegato il relativo piedino. Il quarzo, da 14,31818 MHz è collegato ai piedini OSC1 e OSC2, ed è accompagnato da due condensatori di stabilizzazione frequenza.
Al microcontrollore sono collegati i due pulsanti N.A. da circuito stampato, necessari per regolare l'ora. Non sono necessarie resistenze di

Elenco componenti su PCB	
R1	270 Ω 1/4 W
R2	10 kΩ 1/4 W
R3-R9	270 Ω 1/4 W
C1	220 µF 25 V elettrolitico
C2	22 µF 16 V elettrolitico
C3, C4	100 nF poliestere
C5, C6	22 pF ceramico
C7	100 nF poliestere
D1	1N4007
XTAL1	Quarzo 14,31818 MHz
IC1	PIC16F628
IC2	7805
SW1, SW2	Pulsante N.A. da C.S. 1S1P N.A. 4 contatti
X1	Connettore alimentazione 90° C.S.
X2, X3	Morsetto a vite 2 posti 90° C.S. passo 5,08 mm
CON1	Conn. per cavo piatto Harting 10 poli 90° C.S.

pull-up poiché queste sono disponibili all'interno del PIC per tutta la PORTB, attivabili su richiesta del firmware. I led verdi 3mm sono collegati al circuito attraverso il connettore da cavo piatto harting a 10 poli CON1, sul quale sono state rese disponibili anche le piste di massa e di +5V. In realtà è solo l'alimentazione +5V ad essere impiegata dai Led, che vengono collegati ad Anodo comune, e il collegamento di massa è inutile. R3-R8 sono le relative resistenze di limitazione di corrente.

Elenco altri componenti	
LED1-LED7	Led verde, Ø 3 mm
LED8	Led Tx I.R. Ø 5 mm (es. CQX89)
FD1	Fotodiodo o fototransistor Rx I.R. Ø 5 mm (Es. TIL78)
CON2	Conn. per cavo piatto a crimpare harting 10 poli
CABLE	Cavo piatto 10 poli

I Led sono collegati ai piedini RA0, RA1, RA2, RA3, RB1, RB2, RB3 del PIC. Al piedino RB0/INT, invece, è collegata l'uscita di tipo logico del circuito di rilevazione passaggio coltello (vedi riquadro di approfondimento), costituito dai resistori R1 e R2 montati sul PCB, e da led emettitore e fotodiodo ricevente che vengono inseriti in 2 tubicini, puntati uno contro l'altro a rilevare il passaggio del coltello, e collegati al PCB principale mediante due pezzi di filo a 2 poli da inserire nei morsetti a vite X2 e X3, facendo attenzione alla polarità anodo catodo, indicata anche sul PCB lato Rame per maggiore comodità e per evitare errori.

MONTAGGIO

Il master per la realizzazione del PCB è riportato in figura 5. Si consiglia l'uso del bromografo poiché ci sono piste che passano tra i piedini dell'integrato e del connettore e occorre una certa precisione. I componenti impiegati sono tutti di facile reperibilità. Cominciare il montaggio da quelli a profilo più basso, vale a dire zoccolino per l'integrato, l'unico ponticello previsto dal lato componenti JP1, le resistenze montate in orizzontale R1 ed R2 e il diodo D1.

Proseguire man mano con il resto dei componenti, peraltro in numero esiguo: il montaggio si completa in meno di mezz'ora. Prestare un'attenzione maggiore ai componenti polarizzati, come i condensatori elettrolitici e il diodo, aiutandosi con la figura 6 che mostra il lato componenti del PCB. Anche il connettore Harting va orientato correttamente, seguendo l'indicazione relativa al pin n. 1. Per lo zoccolino del PIC si può invece osservare il segno a forma di U presente da un lato. Sono previsti tre fori di fissaggio del diametro di 3 mm, nei quali si possono montare distanziatori esagonali M3.

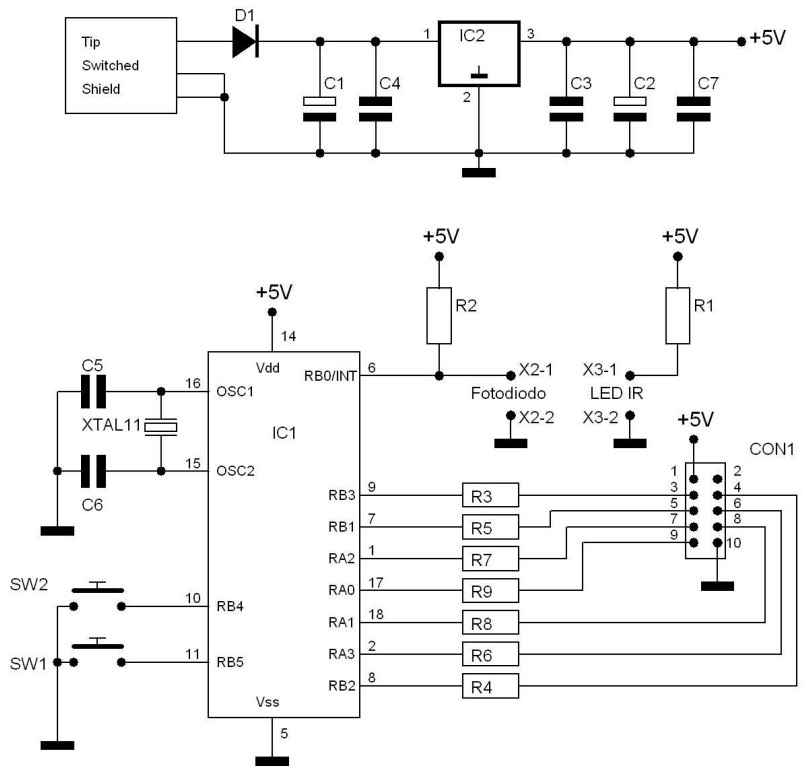


Figura 4 Schema elettrico

Un po' di officina non guasta

L'orologio prevede, oltre al PCB, un minimo di montaggio meccanico ulteriore. Occorre una piastra di ferro spessa almeno 5 mm e di dimensioni di circa 8 x 15 cm, un tondino di ferro di diametro 3 mm e lungo una trentina di centimetri, e un coltello. Occorre forare il coltello quanto più vicino possibile alla punta con un foro da 3 mm. Per questa operazione è necessario un trapano a colonna, una morsa per fissare stabilmente il coltello, e punte idonee a forare il duro acciaio del coltello. La piastra di ferro costituisce la base dell'orologio. Un foro verrà realizzato anche sul lato corto della base, lateralmente, a metà del lato. Realizzare il foro da 2 mm e filettarlo con passo M3. Fissare quindi il coltello alla base con un bulloncino M3 e una o due rondelle. Verificare

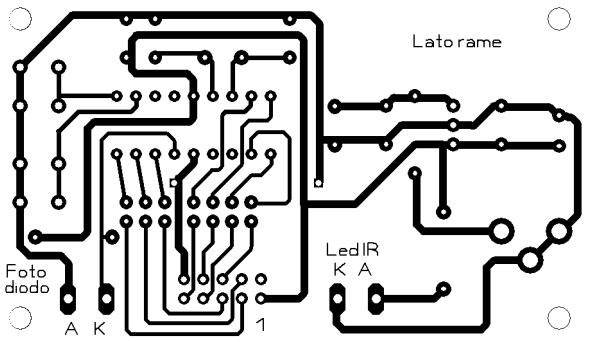
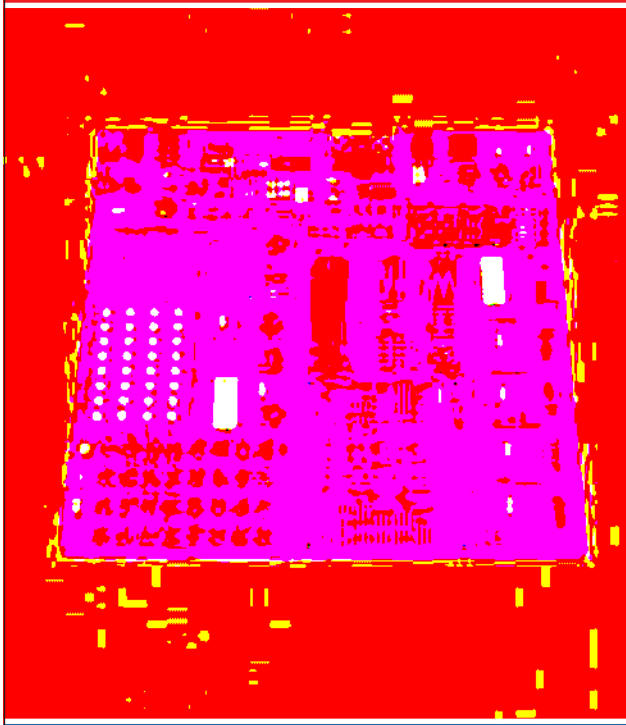


Figura 5 Circuito stampato in scala 1:1 (lato rame)

Figura 6 Piano di monaggio

Scheda easyPIC3



La rivoluzionaria scheda di sviluppo per PICmicro

- Programmatore USB2.0 on-board
- Tastiera a 32 tasti
- 32 LED per il monitoraggio degli I/O
- 4 cifre LED a 7 segmenti
- Predisposizione per moduli LCD alfanumerici
- Predisposizione per moduli LCD grafici
- Predisposizione per comunicazione RS232
- Predisposizione per tastiera PS2
- Predisposizione per sensore di temperatura DS1820
- Supporto per tutte le famiglie PIC (anche PIC10F)*
- Predisposizione per comunicazione USB
- Alimentazione esterna o via USB
- Fornita con 16F877
- Disponibile con o senza display

Codice MIP 252025

Ordinala subito su www.farelettronica.com oppure telefona allo 02.66504755

LA PIÙ SEMPLICE COPPIA EMETTITORE RICEVITORE INFRAROSSI POSSIBILE

Una coppia emettitore – ricevitore all'infrarosso che dia in uscita un segnale logico 0-1 a seconda se il fascio infrarossi sia interrotto o meno, si può realizzare in diversi modi. La modalità più semplice in assoluto, prevede di impiegare solo due resistori, oltre ai necessari led trasmittente e fotodiodo o fototransistor ricevente all'infrarosso.

Si osservi la figura 7: si noti che il fotodiodo è polarizzato in inversa, poiché in diretta conduce sempre come un qualunque diodo, mentre in inversa conduce solo quando è colpito da luce infrarossa. Anodo e catodo vengono indicati anche per i fotodiodo con la convenzione del reoforo dell'anodo tagliato più lungo di quello del catodo.
Dei fototransistor di solito il collegamento della base non interessa, quindi anche questi hanno l'aspetto di comuni led o fotodiodi, a 2 terminali. In questo caso il reoforo più lungo è l'emettitore, quindi, all'atto pratico, non c'è differenza d'uso tra un fotodiodo e un fototransistor che all'aspetto esterno sembrano comunissimi led 5 mm.

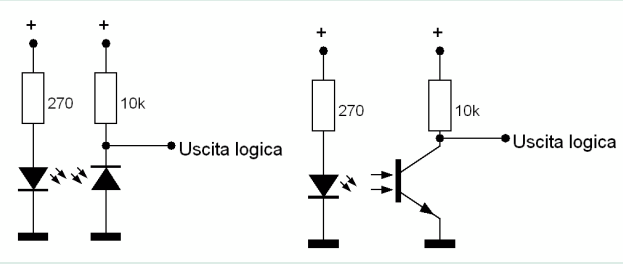


Figura 7 Circuto di base trasmittente – ricevente infrarosso

L'autore ha utilizzato il led tx i.r. CQX89 e il fotodiodo rx i.r. TIL78. Si possono scegliere led emittenti e fotodiodi riceventi qualsiasi, purché la banda infrarossa trasmessa e quella ricevuta siano parzialmente sovrapposte; meglio ancora se il trasmittente e ricevente scelti siano stati progettati specificatamente per lavorare in coppia, come quelli indicati dall'autore.

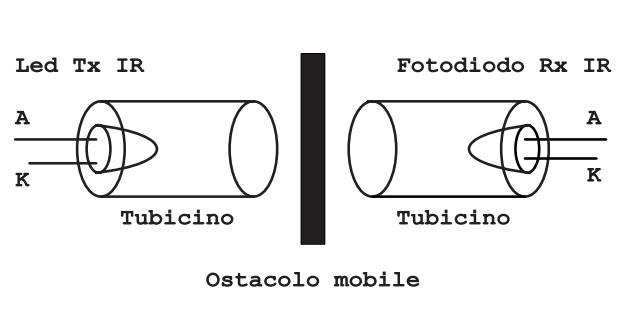


Figura 8 Inserire led e fotodiodo in tubicini puntati uno contro l'altro

Il circuito proposto, pur nella sua semplicità, è idoneo a rilevare l'interruzione di un fascio infrarosso al frapporsi di un oggetto. Lo svantaggio principale di questo circuito, rispetto ad altri più complessi, è che la luce infrarossa ambiente può disturbare la ricezione. E' quindi necessario inserire tanto il led emittente che il fotodiodo ricevente in un tubicino di plastica nera, oscura ai raggi infrarossi, e puntare i due tubicini direttamente uno contro l'altro. Inoltre la distanza da coprire non deve essere grande (Figura 8).
Nella realizzazione sono stati utilizzati pezzi del corpo di una penna a sfera Bic tagliati a misura: un led da 5mm entra proprio giusto nel tubicino così realizzato. Il tubicino è stato poi oscurato con nastro isolante nero. Alcuni nastri isolanti sono opachi al visibile ma trasparenti all'infrarosso. È opportuno quindi verificare l'opacità del nastro all'infrarosso applicandolo ad un telecomando TV e verificando l'impossibilità di utilizzare il telecomando stesso.

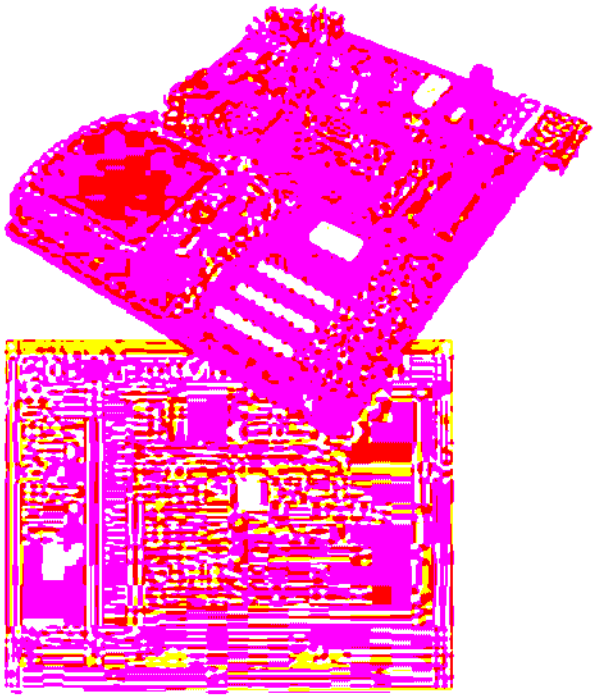
I due tubicini sono stati fissati a due astine di ferro mediante pezzetti di nastro isolante, dopo averli puntati uno contro l'altro lasciando al coltello la possibilità di interrompere il fascio. Le astine di ferro sono state ricavate da un tondino, filettate con una filiera, e avvitate su due fori maschiati praticati sulla piastra di ferro di base (Figura 1).

IL RICONOSCIMENTO VOCALE IN ITALIANO ALLA PORTATA DI TUTTI

La più innovativa tecnologia di riconoscimento vocale in un modulo DIL40. Con VR Stamp è possibile realizzare applicazioni Speaker Independent, Speaker Dependent o riconoscimento biometrico della voce in modo semplice ed immediato. Per facilitare lo sviluppo è disponibile il nuovo compilatore mikroC e la scheda di sviluppo con programmatore integrato.

- 24 linee di I/O
- Uscita PWM per pilotaggio diretto dell'altoparlante
- Uscita DAC per amplificatore esterno
- Riconoscimento vocale Speaker Independent (SI) e Speaker Dependent (SD) con alta immunità al rumore
- Numerosi modelli di linguaggio e dizionari per uso internazionale
- Compressione ad alta qualità da 2,4Kbps fino a 10,8Kbps
- Effetti sonori grazie alla tecnologia Sensory SX
- Riconoscimento biometrico con la tecnologia Sensory SVWS
- Sintesi musicale ad 8 voci MIDI-compatibile
- Sintesi Touch Tone (DTMF)
- Risveglio via audio da modalità a basso consumo

VRSTAMP



Lo sviluppo di applicazioni di riconoscimento e sintesi vocale è reso ancora più facile dalla nuova scheda easyVRstamp. La scheda è infatti dotata di programmatore USB2.0, microfono, altoparlante, connettori per Compact Flash e molte altre periferiche che renderanno veramente semplice la realizzazione dei vostri progetti.

- Connettore DB9 per comunicazione dati RS232
- Microfono ed altoparlante integrati
- 24 LED per il monitoraggio delle uscite
- 24 pulsanti per la gestione degli ingressi
- Predisposizione per display LCD alfanumerici
- Connettore per memorie Compact Flash
- Uscita amplificata per altoparlante esterno
- Programmatore USB2.0 on-board
- Real-Time Clock con batteria di backup
- Alimentazione esterna o tramite USB
- Un modulo VRstamp incluso

Codice MIP 252027

WWW.VRSTAMP.IT

Inware
Providing Innovation
INWARE Srl Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI) Tel: 0266504794 - Fax: 0266508225 - www.inware.it

che si riesce a far oscillare il coltello come desiderato. In sostituzione del coltello si può usare anche un altro pezzo di acciaio, o qualunque materiale in grado di oscillare spontaneamente una volta fissato ad una estremità.
Alla piastra di base vanno fissati anche, verticalmente, due asticciole realizzate dai tondini di ferro, che ospiteranno il led trasmittente e il fotodiodo ricevente, in modo da rilevare il passaggio del coltello. Tagliare a misura i tondini, che dovranno essere più corti di circa 4 cm rispetto al coltello, la cui parte superiore ospiterà i led e non deve essere oscurata dai tondini. Considerare nella misura che parte dei tondini verrà filettata e inserita in fori maschiati sulla piastra di base. Sui tondini andranno sistemati il led trasmittente e ricevente, uno da un lato e uno dall'altro. Questi ultimi verranno collegati elettricamente al resto del circuito mediante semplice cavo elettrico a due poli, da inserire nei morsetti a vite del PCB rispettando la corretta polarità.
Un pezzo di cavo piatto a 10 poli collegherà invece i 7 led verdi al circuito: da un lato si salderanno direttamente i led, dall'altro si utilizzerà un connettore harting per cavo piatto. I connettori harting si montano su cavo piatto a 10 poli semplicemente stringendo il connettore sul filo, con l'apposita pinza. I cavi piatti hanno la guaina del conduttore n. 1 di colore rosso, mentre la guaina degli altri conduttori è di colore bianco. Assicurarsi di orientare correttamente il cavo piatto rispetto al connettore. Conviene montare prima i led, saldandoli direttamente al cavo, che andrà spellato, quindi tagliare successivamente il cavo a misura e crimpare il connettore harting sul cavo per ultimo.
I 7 led verdi vanno saldati tra di loro collegando tutti gli anodi assieme. Aiutarsi per l'operazione con una "terza mano", il sostegno a 2 pinzette utilizzato per tenere i componenti mentre li si salda. Piegare opportunamente i reofori degli anodi in modo da agevolare al massimo il loro collegamento tutti assieme. I led dovranno essere perfettamente allineati e adiacenti per gli effetti di visualizzazione migliori. Gli anodi in comune andranno collegati al conduttore n. 1 del cavo piatto (quello di colore rosso), mentre i catodi vanno collegati ai fili dal n. 3 al n. 9, lasciando scollegati i fili n. 2 e n. 10, non utilizzati in questo progetto. Il led collegato al n. 9 è quello che dovrà assumere la posizione superiore sul coltello, quello collegato al n. 3 la posizione inferiore. Poiché il cavo piatto verrà fatto correre parallelo al coltello, adagiato sopra di esso, fissato in qualche punto con nastro isolante, mentre i led dovranno sporgere da un lato del coltello, occorre piegare su se stesso il cavo piatto a 45°, facendo ruotare i conduttori di 90°. Se il coltello ha il manico in plastica, è possibile fissare direttamente i Led con un pezzo di nastro isolante. Se il coltello è tutto in acciaio, occorre prima rivestirlo a sua volta di nastro isolante per evitare corto-circuiti sui reofori dei led.
Infine il PCB può essere fissato alla piastra di base con distanziatori esagonali, da avvitare in fori filettati da realizzare sulla base stessa. Per leggere l'ora occorre far oscillare manualmente il coltello, scostandolo e rilasciandolo con una mano, mentre si tiene ferma la base con l'altra mano, a meno che non si decide di fissare permanentemente la base ad una scrivania con un morsetto, in tal caso occorre una mano sola per leggere l'ora.

Orologio da pigri

In figura 9 è riportata una variante del progetto che impiega un motore elettrico per muovere l'asta avanti indietro in modo che non occorre fare sforzi fisici per leggere l'ora. Il cuore del sistema meccanico è un CD, mosso in moto rotatorio circolare uniforme da un motorino. Sul CD è stato fissato un perno. Il perno si inserisce in un'asola ricavata nel braccio mobile. Perno e asola trasformano il moto circolare in moto alternativo. La staffa di sostegno, e l'aggancio tra albero motore e CD, sono stati ricavati da un vecchio lettore di CD-Rom rotto. I dettagli in plastica sono stati costruiti a partire dalla plastica di copertuara degli SLOT 5" 1/4 del PC: un'ottima plastica, resistente e facile da lavorare. La base è un comune pezzo di legno. Notare pure le piccole staffe reggi-led e reggi-fotodiodo infrarossi, ricavate da pezzi di alluminio, e i tubicini neri ricavati da una penna biro e nastro isolante nero.
Con lo stesso circuito si possono quindi costruire diversi tipi di orologi a movimento oscillatorio alternativo: basta sbizzarrire la propria fanta-

sia meccanica, e tarare alcune costanti del firmware per il periodo dell'oscillazione e per la posizione del sensore di passaggio rispetto alla posizione di visualizzazione dell'orario (più avanti verrà spiegato come).

FUNZIONI E UTILIZZO

Azzeramento orario

L'orologio non ha una batteria tampone, ed è quindi necessario tenerlo permanentemente alimentato al fine di non perdere le impostazioni. All'accensione l'orologio inizierà a contare il tempo dal 16 maggio 2002, ore 21:35, ovvero dalla data di creazione di sé stesso, anziché dalla più anonima e canonica mezzanotte dell'1 gennaio 2000. Questo comportamento stravagante può essere cambiato ricompilando il firmware sostituendo altri valori nelle righe che, nella sezione Init, impostano data ora minuti e secondi all'accensione.

Regolazione di data e ora

Agendo su SW2, si entra in modalità regolazione. SW1 modifica il valore corrente, mentre pressioni successive di SW2 cambiano ciclicamente il parametro in regolazione, fino a terminare con le regolazioni e tornare alla visualizzazione dell'orario continua. La prima pressione di SW2 consente di regolare i minuti: al posto

Figura 9 La variante motorizzata del progetto

CadSoft EAGLE
PCB Layout-Schematic-Autorouter
Low-Cost
Codice MIP 252029

delle ore viene visualizzata una faccia sorridente, a ricordare che si stanno regolando i minuti. I minuti si regolano con pressioni successive di SW1. Premendo la seconda volta SW2, si passa a regolare le ore: al posto dei minuti viene visualizzata una faccia sorridente, a ricordare che si stanno regolando le ore. Le ore si regolano con pressioni successive di SW1. Alla stessa maniera, la terza pressione di SW2 consente di regolare il giorno corrente (che si regola con SW1), la quarta il mese, e infine la quinta l'anno. La sesta pressione di SW2 riporta alla visualizzazione normale dell'orario. Se il mese attuale era impostato ad un mese corto, come aprile (30 giorni) e si prova a regolare il giorno su 31, ad esempio perché oggi è il 31 gennaio, si noterà che l'orologio vieta l'operazione, e dopo il 30 viene visualizzato nuovamente 1. In questo caso portare prima il mese al valore corretto, e successivamente regolare il giorno. Lo stesso vale per l'impostazione del 29 febbraio: l'anno impostato deve essere bisestile, altrimenti il firmware vieta l'operazione. Il giorno della settimana viene calcolato automaticamente dal firmware all'atto della visualizzazione della data.

Messaggio di copyright

Il display virtuale dell'orologio può visualizzare 5 oppure 10 caratteri, a discrezione del firmware. Normalmente la visualizzazione è a 5 caratteri: i primi due per le ore, gli ultimi due per i minuti, e il carattere centrale con il segno dei due punti alternato da uno spazio vuoto ogni mezzo secondo, così che i due punti appaiano lampeggianti.
Periodicamente (una volta al minuto, a partire sempre dallo stesso secondo) l'orologio può mostrare un messaggio di copyright costituito da più scritte, intervallate una al secondo. Ad esempio "Knife" "Clock" "by" "Paolo" "&" "Marco" che

sono le scritte predefinite, modificabili ricompilando il firmware. L'intera funzione dei messaggi di copyright può essere impostata per partire dal secondo selezionato nell'ambito del minuto (es. 42) o per essere disabilitata completamente. Per default la visualizzazione dei messaggi di copyright è disattivata nel firmware e occorre ricompilarlo per attivarla. Lo si fa facilmente modificando il valore della costante cMsgSec, in coda nel file sorgente (vedere le istruzioni all'interno del file sorgente): impostando la costante ad un valore compreso tra 0 e 59, si decide il secondo al quale partono le scritte del messaggio di copyright. Impostandola a 61, si disattiva la visualizzazione di tali scritte.

Giorno della settimana

L'orologio è anche dotato di un datario, e calcola il giorno della settimana automaticamente. Durante la visualizzazione dell'orario, premendo SW1 viene mostrata la data attuale, con una successione di 4 messaggi, relativi a giorno della settimana, giorno, mese, anno: ad esempio "sabato" "15" "aprile" "2006", scritte mostrate al ritmo di una ogni secondo. Da firmware si può impostare la visualizzazione automatica, non sollecitata, della data a partire da un secondo selezionato. Basta impostare la costante cDateSec, in coda nel firmware, ad un valore diverso da 61 (corrispondente alla disabilitazione della funzione), similmente a quanto si fa con la costante cMsgSec (relativa ai messaggi di copyright) e ricompilare il firmware. Con la compilazione fornita, la data viene mostrata solo se sollecitata dalla pressione di SW1.

Compleanni

L'orologio è in grado di confrontare la data attuale con quella di 10 compleanni di amici memorizzati nella eeprom del micro. Inoltre calcola l'età delle persone con una sottrazione con l'anno attuale. I compleanni vengono visualizzati in coda alla visualizzazione della data corrente, che può essere automatica, una volta al minuto, oppure sollecitata manualmente con la pressione di SW1 (vedi paragrafo precedente). Dopo il giorno corrente, se oggi è la data di un compleanno, vengono mostrate le scritte "Auguri a" "NomeAmico" "(XX anni)" dove al posto di NomeAmico e XX ci sono il nome dell'amico e l'età calcolata. Per venire incontro all'aritmetica a 8 bit del PIC, si chiede all'utente che ricompila il firmware di indicare gli anni di nascita rispetto all'anno 2000, vale a dire 2000 – anno reale, o, equivalentemente, indicando l'età che avevano i propri amici nell'anno 2000. Ad esempio, un amico nato nel 1978 vedrà la sua data di nascita memorizzata come 2000 – 1978 = 22. Un amico nato nel 2002 avrà l'anno di nascita memorizzato come 2000 – 2002 = -2. Guardare gli esempi nel firmware: la sottrazione la effettua direttamente il compilatore all'atto della compilazione. Come esempio clarificatore, ecco la riga del codice sorgente relativa al mio compleanno:

```
de     .15, .9,.100-.78,"  Paolo   "
```

15 e 9 sono giorno e mese, mentre 100 – 78 realizza il conto 2000 – 1978 per l'anno di nascita, e infine la stringa col nome, della lunghezza obbligatoria di 10 caratteri. Occorre quindi riempire con spazi prima e dopo i nomi più corti di 10 caratteri. Il punto, nell'assembler dei PIC, indica la radice decimale dei numeri che seguono. Nel firmware è stato memorizzato anche il compleanno dell'orologio stesso: il 16 maggio 2002, data della sua creazione, durante la quale, alla richiesta di visualizzazione data, verrà mostrata la scritta "martedì / 16 / maggio / 2006 / auguri a / KnifeClock / (4 anni)": a maggio 2006 questo orologio compie infatti 4 anni.

FIRMWARE

Il firmware è scritto tutto in assembler, e si può ricompilare con MpAsm e MpLab, compilatore ed ambiente di sviluppo gratuiti forniti dalla Microchip stessa. Il firmware è disponibile sul sito di Fare Elettronica come archivio ZIP contenente sia il codice sorgente che il codice oggetto già compilato. Una ricompilazione del codice sorgente può però essere necessaria per inserire i propri compleanni nelle tavole e per ricalibrare le costanti dipendenti dal periodo di oscillazione del proprio pendolo fisico, che può essere differente da quello dell'autore. Del resto si tratta solo di modificare il valore di alcune costanti, raccolte tutte comodamente in coda al file sorgente, e ricompilare.
Oltre al file sorgente vero e proprio, knife.asm, è presente un file include psifthen.inc, contenente una raccolta di macro che consente di scrivere istruzioni di controllo di flusso come strutture if-then-else for-next repeat-until direttamente in

The Green Days

Convegno, Mostra di Stand, Consegna Premi
e Premio F.I.O.R.E. dedicato alle imprese
che hanno più adottato i prodotti modulari

Premio F.I.O.R.E.

Forum Moduli Rivestimenti Edilizia

Crowne Plaza Hotel

Codice MIP 252031

assembler, rendendo inutile l'uso di compilatori con linguaggi a più alto livello che tolgono la possibilità dell'interazione diretta col processore che solo l'assembler può dare.

Risorse hardware utilizzate

Il firmware utilizza l'interrupt sul cambio dei 4 bit alti di PORTB, ai quali sono stati collegati i pulsanti SW1 e SW2. I pull-up interni del PIC su PORTB vengono attivati dal firmware, così non servono resistori di pull-up esterni sul circuito. Viene inoltre utilizzato Timer1 con il CCP1, utilizzato come modulo comparatore. Quando Timer1 raggiunge il valore impostato, viene automaticamente riazzerato e viene generato un interrupt. Il valore impostato, regolato dalle costanti cCCPR1L e cCCPR1H, consente di ottenere un interrupt ogni decimo di secondo. Il valore del quarzo scelto (circa 14 MHz) è inferiore al massimo tollerato dal PIC (20 MHz) proprio per consentire di generare agilmente un interrupt ogni decimo di secondo con una costante del contatore elevata abbastanza da consentire aggiustamenti fini per portare l'orologio a scandire il tempo perfettamente.
I conti dicono che una frequenza del quarzo FOsc = 14,31818 corrisponde ad una frequenza di esecuzione istruzioni FOsc/4 = 3,579545556 MHz. Con un prescaler 1:8 questa viene portata a 447,443333 kHz. Impostando CCP1 per contare fino a 44744 si ottiene proprio la frequenza di 10,000 Hz per l'interrupt. Questo valore: 44744 può essere aggiustato in più o in meno a seconda se l'orologio prende avanti o indietro. Nel mio caso è stato selezionato empiricamente un valore di 44775, che ha reso il mio orologio preciso. Questo valore va convertito in esadecimale a 16 bit e inserito nelle due costanti a 8 bit cCCPR1L e cCCPR1H, che ne memorizzano la parte bassa e alta. Anche queste 2 costanti sono raccolte comodamente in coda al file sorgente, in modo da facilitare al massimo il tuning e la ricompilazione.
Del firmware, verranno descritte prima le routine accessorie e per ultimo il programma principale. La descrizione è semplificata; per tutti i dettagli implementativi o i – necessari – "trucchi" impiegati, studiare direttamente il codice sorgente e i commenti in esso riportati.

Interrupt ogni decimo di secondo

L'interrupt eseguito ogni decimo di secondo incrementa una variabile che porta il conto del decimo di secondo attuale, da 0 a 9. Quando questa arriva a 10, viene rimessa a 0, e viene aggiornato il contatore dei secondi. Quando questo arriva a 60, viene riazzerato, e incrementata la cifra delle unità dei minuti, e così via con le decine di minuti, unità e decine di ore, i giorni, i mesi e gli anni, con gli accorgimenti del caso (computo giorni per ogni mese, computo anni bisestili). Minuti e ore vengono conservati in unità + decine, anziché come numero binario, per renderne più semplice la visualizzazione sul display senza conversioni da binario a decimale. Al cambio di data, viene settato un flag per chiedere al programma principale di controllare se ci sono compleanni oggi. Il controllo non viene effettuato nella routine dell'interrupt perché è richiesto un accesso in EEProm che è molto lento, e rallenterebbe troppo la routine dell'interrupt periodico, procurando visualizzazioni strane se l'interrupt capita nel bel mezzo dell'output a video dei caratteri.
L'interrupt periodico si occupa anche di sostituire il carattere centrale alternativamente con i due punti e uno spazio vuoto, ogni mezzo secondo, e di incrementare ShowDateCount, ogni secondo, che conserva un numero progressivo utilizzato durante la visualizzazione di date, compleanni, messaggio di copyright. Per incrementare correttamente ShowDateCount, si conserva il decimo di secondo al quale aggiornarla.

Interrupt al cambio di PORTB

L'interrupt al cambio di PORTB inizia con una routine di debounce: finché lo stato dei bit alti di PORTB non permane a lungo (la costante di debounce, dipendente dalla meccanica dei pulsanti, è disponibile in coda al file sorgente, assieme alle altre costanti), viene continuamente riletto. Al termine dei rimbalzi, quando lo stato permane per un tempo sufficientemente lungo, si accetta la lettura come valida.
La pressione di SW2 incrementa la variabile Editing, che vale 0 normalmente, e da 1 a 5 a seconda se si regolano minuti, ore, giorno, mese o anno. Una pressione ulteriore riporta a 0 Editing, in modo da uscire dal modo di regolazione. All'uscita dal modo di regolazione, si setta il

flag che chiede al programma principale di controllare se ci sono compleanni oggi, nell'ipotesi che il datario sia stato appena impostato sulla data di un compleanno.
La pressione di SW1, invece, a seconda del valore di Editing, comporta l'avvio della visualizzazione della data corrente, oppure la regolazione del parametro correntemente in regolazione, con i relativi controlli di range, computo dei giorni per ogni mese ed eventuale valutazione anni bisestili.

Rom dei caratteri

La Rom dei caratteri conserva l'immagine (glyph) di ciascun carattere da visualizzare, ed è implementata con tabelle in sola lettura. Queste ultime, in una architettura Harvard e con il set di istruzioni del PIC16F628, si realizzano con una serie di istruzioni RETLW (Return with Literal in W), precedute da una ADDWF PCL,F che aggiunge il valore corrente dell'accumulatore W agli 8 bit più bassi del program counter, senza gestire riporto. Il limite di questo approccio è che il registro PCL è ad 8 bit, quindi le tavole realizzate in questo modo possono essere lunghe al massimo poco meno di 256 byte, e non possono essere disposte a cavallo dei confini di pagina da 256 byte.
Poiché si volevano memorizzare le configurazioni di visualizzazione (glyphs) di tutte le lettere maiuscole, minuscole, numeri e qualche altro simbolo, occorreva una tabella su tre pagine. Ogni carattere, infatti, ha bisogno di 8 byte per essere descritto in una matrice di 8x8 = 64 pixel. La tavola è stata quindi spezzata in 3 tavole chiamate: lowchar, midchar, hichar, ciascuna nella sua pagina (pagina 0, 1, 2). PCLATH (che conserva i bit alti del Program Counter) viene settato direttamente dalle routine.
Una peculiarità di questa ROM dei caratteri è che le immagini sono descritte per colonne, anziché per righe, per la particolare modalità di visualizzazione scanning verticale del display, anziché orizzontale, com'è tipico invece dei monitor dei PC, per i quali di solito le Rom dei caratteri sono conservate per righe. Alcuni simboli di uso poco frequente non sono stati disegnati, e al loro posto sono stati inseriti glyphs utili: ad esempio al posto dell'apice '^' è stata disegnata una i con l'accento 'ì', utile per i nomi dei giorni della settimana, al posto delle parentesi quadre aperta e chiusa una faccina sorridente, e al posto dell'accento acuto il simbolo "by", utile per i messaggi di copyright. Diverse posizioni restano libere, pronte per essere riempite con simboli utili per chi voglia estendere il firmware.
Per semplificare al massimo l'uso delle tre tavole, una coi simboli, l'altra con le maiuscole e l'altra con le minuscole, è stata scritta la routine romchar, che accetta in W direttamente codici di caratteri ASCII, e si occupa di effettuare gli aggiustamenti con moltiplicazioni per 8, addizioni e sottrazioni di costanti per richiamare il glyph corretto da una delle tre tavole implementate. Come funzione molto utile, i primi caratteri ASCII, da 0 a 15, sono stati associati ai glyph dei caratteri da '0' a '9' e da 'A' a 'F', in modo da visualizzare direttamente in esadecimale un numero nel range 0..15 passato in W come binario, senza doverlo prima trasformare in codice ASCII. Alla routine romchar, oltre a passare il carattere ASCII in W, occorre passare nella variabile Looper la colonna desiderata del

TAVOLE IN ASSEMBLER – 1

Anche se il codice sorgente è scaricabile per intero dal sito di Fare Elettronica, in questo e nei successivi riquadri di approfondimento sono riportati alcuni passaggi significativi, in modo da poter seguire meglio la descrizione del firmware data nell'articolo. Per l'approfondimento sono state scelte alcune tavole che utilizzano qualche trucco rispetto all'utilizzo canonico di base.

Tavola della Rom dei caratteri

```
    org     0x100   ; Pagina 1
midchar
    bsf     PCLATH,0
```

```
    bcf     PCLATH,1
    call    rcMult8
    addwf   PCL,F
; @
    dt      0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
; A
    retlw   B'00000000'
    retlw   B'01111100'

    retlw   B'01111110'
    retlw   B'00001011'
    retlw   B'00001011'
    retlw   B'01111110'
    retlw   B'01111100'
    retlw   B'00000000'

[...]

rcMult8
    movwf   rcTemp
    clrc
    rlf     rcTemp,F
    rlf     rcTemp,F
    rlf     rcTemp,W
    addlw   -.1
    addwf   Looper1,W
    return
```

I prefissi “0x” e “B’” indicano la radice esadecimale e binaria per i literal numerici che seguono. DT (Define Table) è una parola chiave del compilatore che sostituisce una serie di retlw in una notazione più compatta. Si noti che le costanti sono date direttamente in binario, in modo che gli “1” disegnino direttamente il glyph a schermo, sul codice sorgente. La A maiuscola dell’esempio, disegnata dagli “1”, appare coricata su un fianco, poiché i glyph dei caratteri sono memorizzati per colonne, anziché per righe.
PCLATH (che conserva i bit alti del Program Counter) viene impostato direttamente da dentro la tavola, anziché costringere il resto del programma a impostarlo correttamente prima di richiamare la tavola. Anche la moltiplicazione per 8 di W e l’aggiunta dell’offset looper (routine rcMult8) viene effetuata direttamente dentro la tavola. Si noti anche che per il carattere “A” è stato definito il glyph, mentre per la “@” non è stato definito, lasciando lo spazio disponibile per estensioni future. Il primo carattere della tavola lowchar, invece, è bene che rimanga con glyph tutto vuoto perché è il glyph di default, per codici non implementati.

Selezione ASCII tra le 3 tavole lowchar midchar hichar

La routine romchar fa da smistamento tra codice ASCII in ingresso, e offset in una delle tre tavole lowchar midchar hichar nelle quali è stato necessario dividere la rom dei caratteri in uscita, a causa dei limiti di pagina del PIC scelto. La routine inoltre associa ai codici ASCII 0..15 i glyph dei caratteri “0” .. “9” e “A” .. “F”, in modo da consentire di visua-

Milano, 20 - 23 Settembre 2006

2006

20 - 23 Settembre

BIAS

Manuf@cturing Solutions

www.fieremostre.it

lizzare cifre direttamente senza prima convertirle in caratteri ASCII. Tutta la routine si basa sull'aggiunta e sottrazione di offset opportuni, prima del salto ad una delle 3 tavole costitutrici della rom dei caratteri.
I confronti di range sono realizzati con confronti di minoranza successivi, valutati sottraendo via via costanti e confrontando con zero, di modo che all'esito positivo del confronto si è già aggiustato l'offset sottraendo la quantità opportuna. E' stato implementato anche il glyph di default per codici non validi: il primo della tavola lowchar.

```
romchar
     addlw   -.9 -.1
     skpnc

     goto    rc1
     addlw   .9 + .1 + .16
     goto    lowchar
rc1  addlw   -.6
     skpnc
     goto    rc2
     addlw   .6 + .1
     goto    midchar
[...]
rc5  addlw   -.32
     skpnc
     goto    rc6
     addlw   .32
     goto    hichar
rc6  clrw
     goto    lowchar
```

Glyph di quel carattere, da 1 a 8. La colonna di pixel da inviare ai Led viene restituita in W.

ALTRE TAVOLE

In pagina 2 sono presenti altre tavole (e questo riduce il numero di caratteri descrivibili nella tabella hichar, che ha le ultime posizioni non disponibili, occupate dalle ulteriori tavole): una col numero di giorni per ciascun mese, utilizzata per impedire l'immissione di date non valide e gestire il cambio del mese, un'altra con un offset del giorno della settimana del primo giorno di un mese rispetto al primo gennaio, utilizzata per valutare il giorno della settimana di qualunque data, una tavola di stringhe a 5 caratteri con il messaggio di copyright, e una tavola di stringhe a 10 caratteri con i nomi dei mesi dell'anno e dei giorni della settmana, oltre alla stringa "Auguri a". Viene definita anche qualche costante di offset per richiamare stringhe di semantica differente da un'unica tavola accorpatrice. Vedere i riquadri di approfondimento per le tecniche di programmazione originali impiegate in queste tavole.

TAVOLE IN ASSEMBLER – 2

Tavole di stringhe promiscue e costanti di offset

Nel firmware sono state inserite solo due tavole di stringhe: una per le stringhe da 5 caratteri e un'altra per le stringhe da 10 caratteri. Stringhe di semantica differente vengono così ospitate nella stessa tavola, un gruppo dietro l'altro senza apparente divisione. Per accedere alle une o alle altre, pur mantenendo la possibilità di aggiornare facilmente le tavole, modifican-

do il numero di stringhe costitutive di ciascun gruppo, si sono usate convenientemente delle costanti di offset, lasciando al compilatore il compito di determinarle valutando addizioni sul numero di elementi di ogni gruppo.

```
strings5
    bsf     PCLATH,0
    bsf     PCLATH,1
    addwf   PCL,F
    dt      "Knife"
    dt      "Clock"
    dt      "  `  "
    dt      "Paolo"
    dt      "  &  "
    dt      "Marco"
cMsgNum     equ     .6

strings10
    bsf     PCLATH,0
    bsf     PCLATH,1
    addwf   PCL,F
    dt      " Gennaio  "
    dt      " Febbraio "
    dt      "  Marzo   "
    dt      "  Aprile  "
    dt      "  Maggio  "
    dt      "  Giugno  "
    dt      "  Luglio  "
    dt      "  Agosto  "
    dt      "Settembre "
    dt      " Ottobre  "
    dt      " Novembre "
    dt      " Dicembre "
    dt      " Luned^   "
    dt      " Marted^  "
    dt      " Mercoled^"
    dt      " Gioved^  "
    dt      " Venerd^  "
    dt      "  Sabato  "
    dt      " Domenica "
    dt      " Auguri a "

cMesiStrings        equ       0 - .1 ; -1: 0-based
cWeekStrings        equ     .12 - .1 ; -1: 0-based
cAuguriStrings      equ     .12 + .7

    IF ((HIGH ($)) != (HIGH (strings10)))
            ERROR "La tavola strings10 ha superato i confini di pagina"
    ENDIF
```

Notare che al carattere "`" è associato un glyph costituito dalla scritta "by" e al carattere "^" un glyph costituito dalla i con l'accento acuto "î". Non era conveniente, infatti, implementare tutto il codice ASCII esteso per supportare un'unica lettera accentata necessaria al progetto.
Si noti che la parola chiave dt (define table), già incontrata precedentemente, è potente abbastanza da accettare anche stringhe tra doppi apici, che vengono sostituite dal compilatore con una sequenza di istruzioni retlw, una per ciascun carattere.

Controllo per i confini di pagina

L'istruzione IF non è di certo parte delle istruzioni compilate (nel PIC non è disponibile la IF in assembler), ma è una direttiva al compilatore: ci avvisa se l'ICL (indirizzo di compilazione attuale) ha cambiato pagina in coda alla tavola rispetto all'inizio della tavola stessa, generando un errore di compilazione se la circostanza avviene.
Grazie a questo "trucco" non è necessario controllare manualmente se la tavola ha superato i confini di pagina (con conseguenze disastrose all'atto dell'esecuzione del codice compilato) ma è il compilatore stesso ad avvisarci della circostanza. Al programmatore resta comunque il compito di porvi rimedio, accorciando la tavola, spostandola integralmente in un'altra pagina, oppure spezzandola in due se è troppo grande per una pagina unica.

TAVOLE IN ASSEMBLER – 3

Quanti giorni ha questo mese?

Chi l'ha detto che assieme ad una tavola non si possa eseguire qualche piccolo conto?
Questa considerazione ha portato l'idea di verificare la lunghezza del mese di febbraio per l'anno attuale (28 o 29 giorni) direttamente nella tavola che contiene la lunghezza di ciascun mese, lasciando il codice chiamante libero da questo controllo. Inoltre, alla tavola non viene passato il mese in ingresso: essa accede direttamente alle variabili globali, anche perché l'accumulatore W viene distrutto per verificare il mese attuale, e occorrerebbe una variabile temporanea per conservarlo, qualora fosse usato come parametro di ingresso.
Tale variabile temporanea avrebbe bisogno della gestione delle sovrapposizioni se la routine viene chiamata – così come avviene – sia dal programma principale che dagli interrupt. Anche l'aggiustamento di base (da 1-based a 0-based) per il mese è effettuato direttamente nella tavola.
Utilizzando contemporaneamente tutti questi "trucchi" si sono ottenute due routine (la tavola e la chiamante) entrambe compatte e leggibili, e una gestione degli anni bisestili risolta così brillantemente da apparire di nessuna difficoltà.

```
giornimese
;Ritorna in W il numero di giorni del mese corrente
    ifeel   Mese,.2,giornimese001
    ifbc    Anno,0,giornimese001
    ifbc    Anno,1,giornimese001
            retlw   .29
    ifend   giornimese001
    bcf     PCLATH,0
    bsf     PCLATH,1
    decf    Mese,W
```

```
addwf   PCL,F
retlw   .31
retlw   .28
retlw   .31
retlw   .30
retlw   .31
retlw   .30
retlw   .31
retlw   .31
retlw   .30
retlw   .31
retlw   .30
retlw   .31
```

ifeel sta per "if equal (variable)-literal", ifbc sta per "if bit clear", ifend sta per "if end". Sono macro della raccolta psifthen.inc, che permettono strutture di controllo di flusso sofisticate direttamente in assembler, con l'unico onere di dichiarare una etichetta unica per ciascun gruppo di controlli. Questa raccolta di macro rende meno utile un compilatore ad alto livello, del quale si può fare agilmente a meno se non occorrono formule matematiche complesse, conservando tutti i vantaggi dell'interazione diretta col processore che solo l'assembler può dare. Si noti che il controllo per la divisibilità per 4 dell'anno è addirittura più semplice in binario (e in assembler) che in decimale (e in alto livello): basta verificare che le ultime due cifre siano nulle!

ALTRE ROUTINE

DayOfWeek calcola il giorno della settimana della data odierna, sfruttando le tavole in pagina 2. **WinVid23** trasforma W in decimale, decine e unità, e lo visualizza nelle posizioni 2 e 3 della stringa da mandare a schermo (utilizzata per l'età dei compleanni). **Fill10Vid** carica la stringa da passare a schermo con una delle stringhe memorizzate nelle tavole (copyright, giorno della settimana, nome del mese, "Auguri a"). Chiamando **Fill10Vid** si possono utilizzare opportunamente le costante di Offset dichiarate sotto la tavola delle stringhe. **Show** è la routine più caratterizzante dell'intero progetto: è compito di questa routine inviare la raffica di impulsi ai Led che provoca la visualizzazione della stringa memorizzata nella variabile da 10 byte Video, che costituisce una vera e propria memoria video basata su caratteri del progetto. Sono disponibili una visualizzazione a caratteri più larghi, che mostra 5 caratteri, oppure una visualizzazione a caratteri più compressi, che mostra 10 caratteri. La temporizzazione è regolata dalle costanti raccolte in coda al file sorgente, debitamente commentate, e può essere necessario aggiustarle per il periodo di oscillazione del proprio orologio.

Programma principale

Dopo aver configurato l'hardware del PIC per le funzioni richieste, il programma principale esegue un loop senza fine nel quale sostanzialmente:

- aspetta che il coltello torni al centro, oscurando il fascio infrarossi;
- aspetta che il coltello si sposti, liberando il fascio infrarossi;
- decide cosa visualizzare a video, inserendolo nella variabile Video;
- chiama la routine show, che mostra sui led i contenuti della variabile Video;
- se il flag di controllo per compleanni è settato, verifica se c'è un compleanno oggi.

La decisione di cosa visualizzare si basa sul contenuto di diverse variabili. Inizialmente in video viene inserito l'orario attuale, e si viene agevolati dal fatto che il conto di minuti e ore viene portato avanti direttamente in decine e unità anziché come numero globa-

le, quindi non è necessaria alcuna conversione da binario a decimale. Per rendere più elegante la visualizzazione, uno zero nella posizione delle decine delle ore viene sostituito da uno spazio vuoto.
L'orario può venire sovrascritto, prima della visualizzazione, a seconda dei casi, dal messaggio di copyright, da uno degli elementi costituitivi la data corrente o l'avviso di un compleanno, o da una schermata di regolazione parametro, se si è in modalità regolazione. E' chiaro che, lavorando con sovrascritture successive, i controlli posteriori hanno priorità maggiore di quelli effettuati prima: quindi una visualizzazione della modalità di regolazione ha priorità rispetto al messaggio di copyright, che ha priorità rispetto alla visualizzazione dell'orario corrente, che viene visualizzato solo quando non ci sono altre operazioni in atto.
Il controllo per un compleanno oggi avviene leggendo la tavola in EEPROM e confrontando giorno e mese con la data attuale. Questo controllo viene effettuato solo a mezzanotte, al cambio di data, poiché l'accesso alla EEPROM è lento e non c'è il tempo di effettuarlo spesso e contemporaneamente di tenere aggiornato il display, che è un'operazione che richiede tutta l'attenzione della CPU. Gli anni vengono memorizzati a partire dal 2000, in un intero a 8 bit. A questo numero si somma semplicemente l'offset rispetto al 2000 memorizzato nella tavola dei compleanni per stabilire l'età dell'amico del quale si festeggia il compleanno: non è quindi necessario effettuare alcuna sottrazione, ma solo un'addizione per stabilire l'età dell'amico.

Taratura

Per una visualizzazione corretta è necessario che il burst di visualizzazione sui Led parta al momento opportuno, rispetto all'istante di interruzione e ripristino del fascio infrarossi. Il fatto che il coltello di comporti da pendolo fisico, con un periodo di oscillazione in prima approssimazione costante anche allo smorzarsi delle oscillazioni, rende agevole questo compito. L'approccio seguito è di attendere un intervallo di tempo fisso, dal ripristino del fascio infrarossi, prima di inviare il burst ai led, che a sua volta ha una durata di tempo fissa. Tutti questi intervalli di tempo sono tarati da costanti presenti nel codice sorgente. In particolare il tempo di attesa prima del burst è il tempo necessario al coltello per passare dalla posizione di riposo a metà corsa (dove viene intercettato dai raggi infrarossi), all'estremo sinistro, e di nuovo indietro, verso destra, per un breve tratto, prima di cominciare la visualizzazione.
Durante la visualizzazione, che avviene spazzolando da sinistra a destra, il coltello oscurerà nuovamente il fascio infrarosso, ma di questo il programma non se ne curerà, poiché durante la visualizzazione non controlla lo stato del fascio infrarosso. Terminata la visualizzazione, il programma effettua eventualmente il controllo per compleanni (che è un'operazione che richiede un certo tempo) e quindi si rimette in polling costante del fascio infrarossi, attendendo che il coltello termini la spazzolata, portandosi all'estremo destro, e torni indietro verso la posizione centrale, muovendosi verso sinistra, a interrompere nuovamente il fascio.
Una implementazione più complessa richiederebbe di misurare il tempo tra una oscillazione e la successiva, dividerlo per il numero di pixel da distribuire orizzontalmente, a ricavare automaticamente la base tempi. In questo caso non si avrebbe necessità di tarare costanti di tempo, ma occorrerebbe cronometrare la durata di una oscillazione (utilizzando timer e contatori) ed effettuare una divisione con l'aritmetica a 8 bit del PIC.
Poiché la taratura è immediata, e 2-3 aggiustamenti a vista sono più che sufficienti ad ottenere una visualizzazione ottimale, si è preferito questo secondo approccio. Guardare direttamente il codice sorgente per la descrizione del significato di ciascuna costante di taratura: c'è una costante che imposta una base tempi, rispetto alla quale si calcolano tutti gli altri intervalli di tempo. Due costanti moltiplicate tra loro danno il tempo di attesa dalla posizione di riposo all'inizio del burst, e tre costanti danno la larghezza di un pixel, lo spazio tra un pixel e il successivo, e lo spazio tra una lettera e la successiva. Buon divertimento!

Codice MIP252022

Nel numero in edicola

COVER STORY

La saga dei subwoofer:
Terremoto...
Terza Parte

TEORIA

L'alba dell'amplificazione

La classe A controllata
Prima Parte

Considerazioni sulla riduzione
della massa nei bracci
per giradischi

La disfida dei buffer:
FAQ

PRATICA

Amplificatore per chitarra:
due proposte

SJIG:
costruzione e montaggio

Trimpentatore in pratica

Blu Press

Tel. 0744 46 36 06 - 0744 46 15 35
www.blupress.it - info@blupress.it

Tecnica
Hi-Tech
Guide Tecniche

Le so tutte!!!

Metti anche tu alla prova le tue conoscenze dell'elettronica con i nostri quiz.

FACILE

Per visualizzare lo stato del commutatore SW1 su un display a 7 segmenti, viene utilizzato il circuito di figura 1. Sapendo che la caduta sui diodi in conduzione è di 0,6V e su ogni LED acceso cadono 1,2V determinare le cifre visualizzate sul display in corrispondenza delle posizioni A, B e C di SW1 e quale è il massimo assorbimento di corrente del circuito.

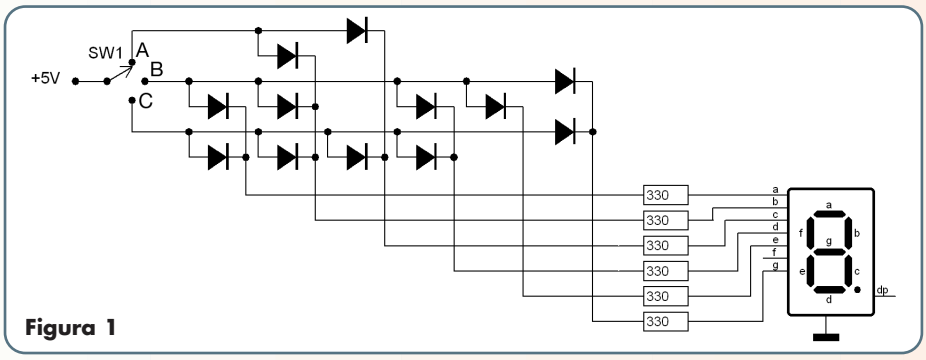


Figura 1

MEDIO

Per un sistema Hi-Fi viene utilizzato il circuito di figura 2 che permette la realizzazione di una cassa acustica a due vie con filtri passivi.
Determinare quali sono le frequenze acustiche irradiate dal woofer e dal tweeter, ovvero le frequenze di taglio dei due filtri.

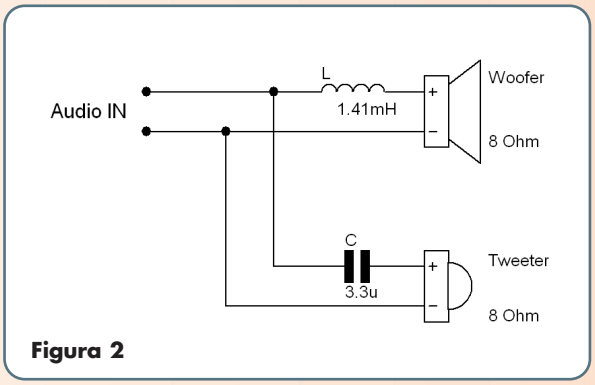


Figura 2

DIFFICILE

Un circuito anti-thump viene utilizzato all'interno di amplificatori audio per connettere le casse acustiche all'amplificatore con un piccolo ritardo rispetto all'accensione del sistema. Questo permette di evitare che i picchi di tensione dell'accensione raggiungano gli altoparlanti. Una possibile realizzazione di un circuito di questo tipo è riportata in figura 3. Si determini il ritardo di commutazione del relè rispetto all'istante di accensione del circuito. Specificare inoltre la finzione del diodo D1.

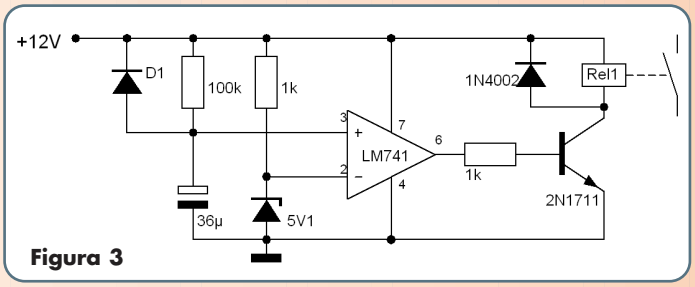


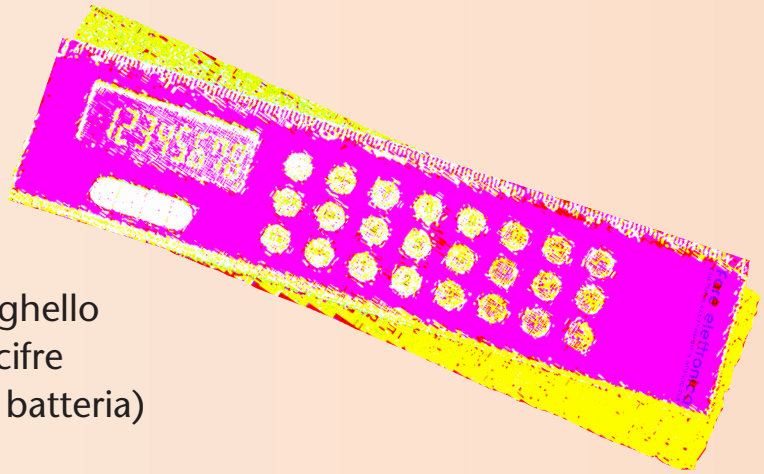
Figura 3

Nuova versione 2006

FANTASTICI PREMI PER TUTTI!!!

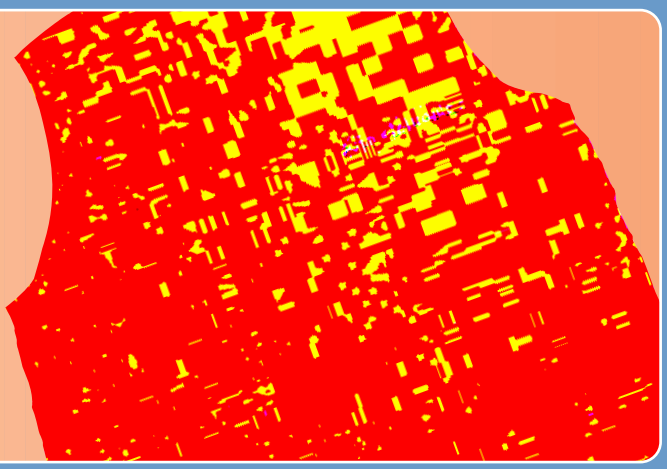
Le risposte vanno inviate esclusivamente compilando il modulo su www.farelettronica.com/lst e specificando la parola chiave "Gauss".

Se sei abbonato a Fare Elettronica potrai rispondere a tutti i quesiti ed aumentare le tue possibilità di vincere i premi. Le risposte ai quiz ed i nomi dei vincitori saranno disponibili su www.farelettronica.com a partire dal 15 del mese successivo alla pubblicazione sulla rivista. A tutti i partecipanti verrà assegnato un **buono sconto* del 10%** utilizzabile per gli acquisti nello shop del sito www.farelettronica.com.



Con le tue conoscenza di base dell'elettronica potrai vincere il righello in alluminio con calcolatrice a 8 cifre e doppia alimentazione (solare e batteria) con astuccio.

Le tue conoscenze avanzate ti permetteranno di vincere una bellissima stazione meteo da tavolo con orologio, igrometro e termometro, col marchio della tua rivista preferita!



Per i più bravi in palio il bellissimo gilet reporter di Fare Elettronica: multitasca, in cotone e poliestere, regolabile ai fianchi e con chiusura zip.

* Validità 3 mesi dalla data di assegnazione.

Panoramica sulle

Negli ultimi anni le procedure di identificazione automatica sono state molto utilizzate specialmente nei processi industriali, nella distribuzione logistica e nelle aziende manifatturiere. Inoltre il basso costo della tecnologia CMOS, molto utilizzata nelle trasmissioni a microonde, ha creato nuove opportunità di impiego per la gestione automatizzata delle catene di montaggio. L'omni presente codice a barre che diede il via alla rivoluzione nei sistemi di identificazione qualche anno fa, si rivela oggi inadeguata in un numero sempre maggiore di casi. I codici a barre sono particolarmente economici ma particolarmente limitati come quantità di dati che possono contenere e non sono in alcun modo riprogrammabili. La tecnologia RFID (Radio Fequency IDentification) rappresenta la soluzione ottimale a questo problema, introducendo la possibilità di memorizzare dati di identificazione nei chip di silicio e ritrasmetterli, quando richiesto, utilizzando comunicazioni radio, per questo motivo spesso le etichette RFID sono chiamate etichette elettroniche. Oggi la tecnologia ha fatto passi da gigante, tanto che le etichette RFID sono così miniaturizzate da poter essere alloggiate senza difficoltà in ogni tipo di merce (anche nelle banconote).

STORIA

Le radici storiche dell'RFID risalgono alla seconda guerra mondiale, quando si svilupparono sistemi di identificazione amico/nemico per gli aerei (1950), nello stesso periodo in cui cominciavano ad essere utilizzati i radar. Gli anni 60 furono il preludio della prima grande diffusione dell'RFID degli anni 70.
Gli anni 60 furono un periodo di grandi studi: R.F. Harrington studiò la teoria relativa all'RFID nel suo articolo "Theory of Loaded Scatterers" del 1964, Robert Richardson scrisse "Remotely activated radio frequency powered devices" e J. H. Vogelman pubblicò "Passive data transmission techniques utilizing radar echoes". Gli anni 70 rappresentano il primo periodo di grande diffusione dell'RFID: sviluppatori, inventori, aziende, istituzioni accademiche e laboratori governativi furono particolarmente attivi su questa tecnologia. In quel periodo furono fatti grandi passi avanti, in particolare per i tag passivi, portandone la portata da pochi centimetri a circa 10 metri.
Negli anni 80 la diffusione della tecnologia CMOS rese i circuiti RFID particolarmente

tecnologie RFID

di Christian Di Biagio

piccoli, tanto che nel 1987 questa tecnologia fu impiegata nella gestione del bestiame tramite l'impianto sottocutaneo delle etichette elettroniche. Gli anni 90 rappresentano il secondo grande boom per la tecnologia RFID, tanto che nel nord America 3 milioni di tag furono istallati su merci che viaggiavano su rotaia. In quegli anni l'RFID continua a riscuotere un grande successo tanto che il ventunesimo secolo segna la totale ubiquità della tecnologia RFID nella nostra vita quotidiana. La tecnologia RFID oggi si sta muovendo verso una nuova classe di utilizzo caratterizzata da grandi volumi di dati scambiati, che ne permetterà una capillare diffusione.
Il nuovo impulso che sta vivendo tale tecnologia, non riguarda né i tag, né tanto meno i lettori, bensì l'informazione stessa che questi

LE DECADI DELL'RFID

Decade	Eventi
1940-1950	Progettazione e utilizzo del radar nella II guerra mondiale. 1948 nasce l'RFID
1950-1960	Primi esperimenti sulla tecnologia RFID
1960-1970	Sviluppo della teoria dell'RFID. Primi impieghi
1970-1980	Grande sviluppo dell'RFID (Primo boom)
1980-1990	L'RFID comincia ad essere impiegato nelle attività commerciali
1990-2000	Necessità di standardizzazione. L'RFID comincia ad essere parte della vita quotidiana (Secondo boom)
2000-oggi	I sistemi RFID sono "accessibili" da ogni parte del mondo (Terzo boom)

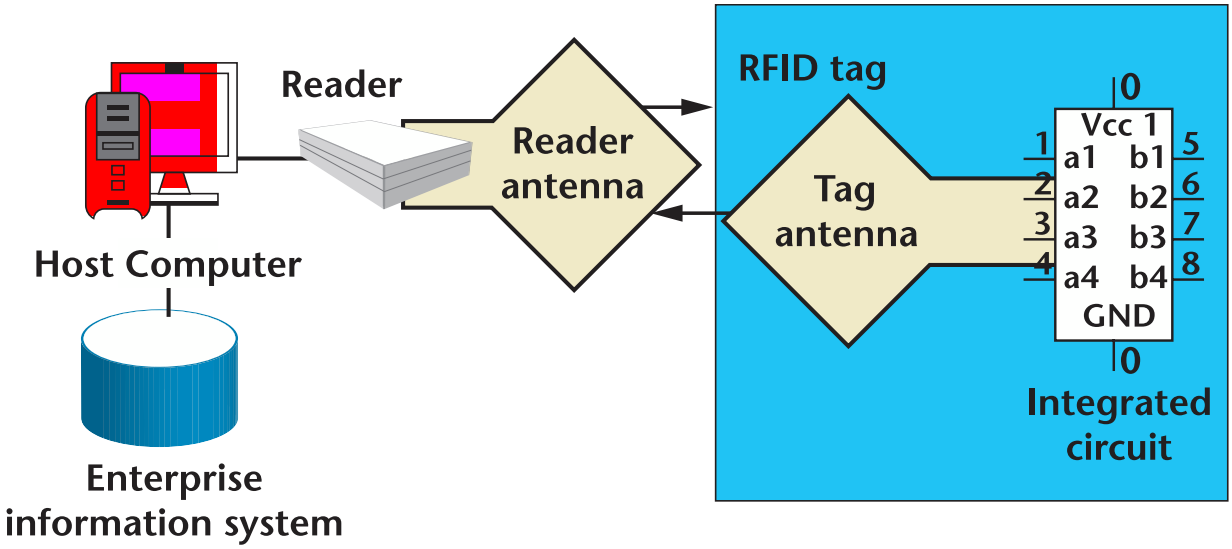


Figura 1 Architettura RFID di ultima generazione

si scambiano, grazie alla diffusione di Internet e alla infrastruttura che la caratterizza. Un esempio di architettura è mostrata in Figura 1. Tale informazione può riguardare la locazione geografica e lo stato (su tutto il mondo) di determinate merci, così che simultaneamente i produttori, i venditori e i manutentori possano prenderne visione.
In particolare il nuovo impulso è venuto da Wal-Mart, la più grande catena di distribuzione al mondo, che ha chiesto ai suoi 100 "migliori" fornitori di dotare i loro prodotti di tag RFID da Gennaio 2005.
Da qui in poi, molti altri colossi come IBM, HP e il dipartimento della difesa americano stanno investendo milioni di Euro in questa tecnologia.

STANDARD

Esistono molti standard che riguardano l'RFID e il loro utilizzo è tuttora in discussione nella comunità RFID.
Questi standard riguardano:

- Identificazione, la codifica di un univoco codice per identificare una merce o altre informazioni.
- Protocollo di sistema, il middleware di un sistema RFID.
- Il mezzo trasmissivo, le bande libere sono ancora in via di definizione.
- Supporto all'applicazione, che guida in qualche modo lo sviluppo tecnologico.
- Salute e sicurezza, le regole che governano l'RFID.
- Terminologia.

L'International Standard Organization (ISO) ha sviluppato tre standard per l'RFID: ISO 14443 (per sistemi senza contatto), ISO 15693 (per sistemi di prossimità, come i badge) e ISO 18000 (per definire gli aspetti connessi al mezzo trasmissivo).
L'organizzazione no-profit EPCglobal ha sviluppato una grande quantità di standard, accettati dalla maggior parte dei produttori di tecnologie RFID.
L'Electronic Product Code (EPC) standard riguarda il mezzo trasmissivo, il formato dei dati da memorizzare nei tag, il middleware e la memorizzazione delle informazioni relative ai tag nelle basi di dati. Oggi il dipartimento della difesa americano (Department of Defence) ha ufficialmente chiesto ai fornitori di utilizzare l'RFID anche sul più piccolo contenitore quando il contratto con lo stesso preveda informazioni riguardo la merce (cf. *www.dodrfid.org*). Il DoD si riferisce a tag basati sugli standard EPCglobal o comunque con essi compatibili.
Ciò che ha permesso una forte diffusione dell'RFID in certi paesi piuttosto che in altri è la legislatura. Ogni paese infatti ha propri organi di regolamentazione delle telecomunicazioni ed ognuno ha definito nel proprio paese le bande utilizzabili e le potenze di emissione.

NORD AMERICA

Negli Stati Uniti l'FCC (Federal Communications Commission) ha previsto una banda libera UHF tra 902 e 928 MHz con una potenza totale di 1 W e 4 W EIRP (Effective Isotropic Radiated Power). Per ridurre le interferenze è utilizzata la tecnologia Spread Spectrum (sia Direct Sequence che Frequency Hopping). È inoltre prevista la possibilità di dividere la banda in canali di 25kHz l'uno.

EUROPA

A causa della maggior densità di dispositivi che richiedono bande libere UHF, le regole europee di fatto hanno pesantemente limitato la diffusione dell'RFID. Al momento l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) e l'ERC (European Radio Committe) ha definito una banda molto stretta da 869.4 a 869.65 MHz. A differenza dell'FCC, in questo caso la banda è utilizzabile da un solo canale di 250kHz con potenza massima limitata a 500mW.
Data la necessità di bande maggiori, al momento l'ETSI sta rilasciando una nuova regolamentazione (ETSI EN 302 208-1) che prevede una banda utile di 3MHz (prima erano 250kHz) da 865 a 868 MHz con canali di 200kHz l'uno. Le potenze massime variano con la frequenza:

- Classe 11: 100 mW ERP (865-868 MHz)
- Classe 12: 500 mW ERP (865.6-868 MHz)
- Classe 13: 2 W ERP (865.6-867.6 MHz)

ASPETTI TECNICI

Il concetto base che sta dietro i sistemi RFID è che si possono marchiare oggetti con le etichette elettroniche (tag). Questi tag contengono trasmettitori che emettono messaggi leggibili da appositi lettori.
I tag sono in grado di memorizzare diversi tipi di numeri di identificazione, come ad esempio il numero del cliente a cui è destinata la merce oppure il numero che identifica una merce all'interno di un magazzino. Lo schema di principio di un sistema RFID è il seguente: il tag risponde al segnale dell'interrogatore (composto dal sistema di lettura, scrittura e dall' antenna), che a sua volta invia il segnale ad un computer. Il tag può avere forme diverse e può essere inserito in vetro, resina epossidica, etichette o card. È costituito da un circuito integrato e da un' antenna.
Il lettore una volta aver ricevuto il numero di identificazione (ID), si collega ad un database ed ottiene per ogni ID le informazioni relative. I tag inoltre possono contenere una memoria scrivibile, dove è possibile scrivere informazioni per i vari lettori nelle varie parti del mondo. Questa informazione può essere utilizzata per tracciare il movimento di ogni merce (cf. "A Guide to Understanding RFID," RFID J., retrieved 27 Feb. 2005; *www.rfidjournal.com/article/gettingstarted*).
I sistemi RFID possono essere classificati in due categorie principali:

- Sistemi passivi
- Sistemi attivi

I sistemi RFID si definiscono passivi se la potenza per trasmettere è ricevuta dall'onda elettromagnetica che incide sul tag o attivi se dotati di batteria. Molti di questi sistemi utilizzano basse frequenze con una distanza dal lettore di circa 1 cm (tipici sono i badge di accesso utilizzati nelle aziende). Portate più lunghe sono possibili aumentando la frequenza di funzionamento, la potenza emessa e/o utilizzando sistemi attivi o semi-passivi.
La differenza chiave tra questi sistemi riguarda la fisica del mezzo trasmissivo (aria): i sistemi passivi lavorano tipicamente a basse frequenze e a causa dell'energia delle onde lunghe comunicano principalmente attraverso il vicino campo elettromagnetico (induzione elettromagnetica), mentre i sistemi attivi lavorano principalmente ad alte frequenze e utilizzano l'energia irradiata nel campo lontano (ricetrasmissione radio).
Tuttavia nulla vieta di utilizzare tag passivi in alte frequenze e quelli attivi in basse frequenze, in particolare l'utilizzo di bande UHF su tag passivi è la sfida tecnologica di questi ultimi anni.

Figura 2 I tag hanno molte forme

Sistemi passivi

I sistemi passivi sono particolarmente economici (20-40 centesimi di euro) e le nuove tecnologie fanno in modo che il loro costo sia sempre minore. Inoltre tali sistemi possono essere particolarmente piccoli, tuttavia va tenuto in conto la grandezza dell'antenna. Infatti maggiore è la lunghezza del filo dell'antenna, maggiore è la portata.
Da un punto di vista applicativo l'ambiente di utilizzo determina la dimensione. In Figura 2 si vedono vari tipi di varie dimensioni.
Attualmente questi sistemi contengono informazioni per 2 Kbit, decisamente piccola per contenere informazioni oltre la storia dell'oggetto e il suo identificativo. Il progresso tecnologico però fa passi da gigante e a breve sarà possibile integrare memorie più capienti, così che si potranno trasmettere più informazioni. Un tag passivo non ha un sistema di alimentazione autonomo, né un trasmettitore vero e proprio: trasmette le proprie informazioni non appena un lettore si avvicina.
I tag passivi possono operare a medie, alte e altissime frequenze (UHF).
Le medie frequenze in genere lavorano a 124 kHz, 125 kHz o 135 kHz, le alte a 13.56MHz e le UHF da 860 a 960 MHz. Alcuni sistemi addirittura utilizzano la banda a 2.45GHz. Come già anticipato le dimensioni dell'anten-

na sono un fattore di forma determinante per tali sistemi. Per sistemi UHF vale la seguente formula:

$$R=\sqrt[4]{\frac{PG^2\lambda^2\sigma}{(4\pi)^3 LKTBF\cdot s}}$$

dove R è la portata, P è la potenza emessa, G è il guadagno di antenna, λ è la lunghezza d'onda (lunghezza antenna), σ è la cross-section, L rappresenta le perdite, $KTBF$ rappresenta il rumore e s il rapporto segnale/rumore di riferimento (cf. Giovanni Picardi, "Elaborazione del segnale radar" ED Franco Angeli). Nel caso di banda UHF a 915 MHz l'antenna tipicamente raggiunge i 30 cm.
A seconda della frequenza le onde elettromagnetiche si comportano in maniera differente, vale a dire che ogni frequenza è utilizzata per una specifica applicazione. Le onde a media frequenza possono penetrare pareti ma non superfici metalliche. Tag a basse frequenze sono ideali quando i tag devono essere letti attraverso qualche materiale. Al crescere della frequenza non riescono più a penetrare i materiali e tendono ad essere riflesse da molti oggetti. Le onde in UHF sono addirittura assorbite dall'acqua. La sfida per la tecnologia oggi è superare questi limiti.
Perché allora le compagnie fanno di tutto per utilizzare tag passivi in UHF e non utilizzano frequenze medio-alte? Una ragione è economica: i prodotti UHF passivi sono stati lanciati sul mercato ad un prezzo particolarmente conveniente. Un'altra ragione riguarda la portata. Affinché l'RFID sia introdotto negli ingrossi deve avere una portata di almeno 3 metri, questo perché non c'è modo di leggere il tag di una merce che sta uscendo da un varco ad una distanza inferiore a 3 metri. Le medie frequenze arrivano a non più di 30 cm, mentre le alte non superano il metro.
La portata dipende da molti fattori, ma il più importante è il meccanismo di accoppiamento per induzione magnetica utilizzato nei tag passivi a medie e alte frequenze: dato che lettore e tag devono "scambiarsi" un campo magnetico devono necessariamente essere il più vicino possibile. Infatti, nel caso di accoppiamento magnetico la potenza si attenua con l'inverso della distanza alla sesta:

$$P_t \propto \frac{1}{d^6}$$

Il tag, attraverso l'antenna, riceve l'onda elettromagnetica emessa dal lettore e utilizza tale energia per caricare un condensatore. Quando questo ha raggiunto una certa tensione ai capi, può alimentare la circuiteria del tag, che trasmetterà all'induttanza un segnale di forma variabile nel dominio del tempo (modulazione).
Questo segnale porta le informazioni contenute nella memoria. Il lettore conseguentemente dovrà demodulare il segnale ed ottenere l'informazione (cf. Figura 3).
I tag passivi che lavorano in UHF utilizzano invece l'accoppiamento di propagazione: il lettore emette un'onda radio (non c'è campo elettromagnetico), il tag riceve l'energia dalla sua antenna di ricezione, un microchip utilizza tale energia per modificare l'impedenza di carico dell'antenna che così riflette indietro il segnale modificato (meccanismo del backscatter). In questo caso la potenza si attenua con l'inverso del quadrato della distanza:

$$P_t \propto \frac{1}{d^2}$$

I tag UHF possono trasmettere i bit uno e zero in 3 modi differenti:
1. Aumentare l'ampiezza dell'onda ritrasmessa (amplitude shift keying).
2. Modificarne la fase (phase shift keying).
3. Modificarne la frequenza (frequency shift keying).

A questo punto il lettore ha il solito compito di associare al numero ricevuto le informazio-

COMPORTAMENTO DEI MATERIALI

Materiale	Effetto sui segnali RF
Plastica	Disaccoppiamento antenna
Metallo	Riflessione
Uomo/animali	Disaccoppiamento, riflessione, assorbimento
Liquidi conduttori	Assorbimento

Repertorio Fornitori

Repertorio

edizione 2006

Codice MIP 252049

ni relative alla merce.
I sistemi passivi che sfruttano il meccanismo dell'induzione magnetica hanno antenne di ridotte dimensioni e a causa della ridotta distanza sono facilmente controllabili. I sistemi che invece lavorano nell'UHF hanno considerevoli portate e pertanto sono difficilmente controllabili: cosa accadrebbe se nella portata di un lettore ci fossero più tag?
Probabilmente si leggerebbero delle informazioni di tag che nessuno aveva richiesto. Un altro problema molto sentito dai sistemi passivi UHF che sfruttano l'accoppiamento di propagazione è il disaccoppiamento dell'antenna. Come è noto tali sistemi infatti hanno l'antenna accordata sulle frequenze di lavoro. Se l'antenna è posta vicino a determinati oggetti, tipo casse d'acqua o di frutta o grandi oggetti metallici, l'antenna non risulta più correttamente accordata, vale a dire che i tag potrebbero non ricevere più la sufficiente energia per il loro funzionamento.

Sistemi attivi

I sistemi attivi sono utilizzati prevalentemente su beni di grandi dimensioni, come i containers, i rimorchi dei camion, i vagoni ferroviari e su tutti i grandi contenitori che necessitano di essere monitorati durante un lungo tragitto. Normalmente operano su frequenze a 455 MHz, 2.45 GHz o addirittura 5.8 GHz ed hanno una portata che va da 20 a 100 metri. L'architettura di un tag attivo è mostrato in Figura 4. Esistono due tipi di tag attivi: i transponder e i segnalatori.
I transponder attivi si attivano solo se ricevo-

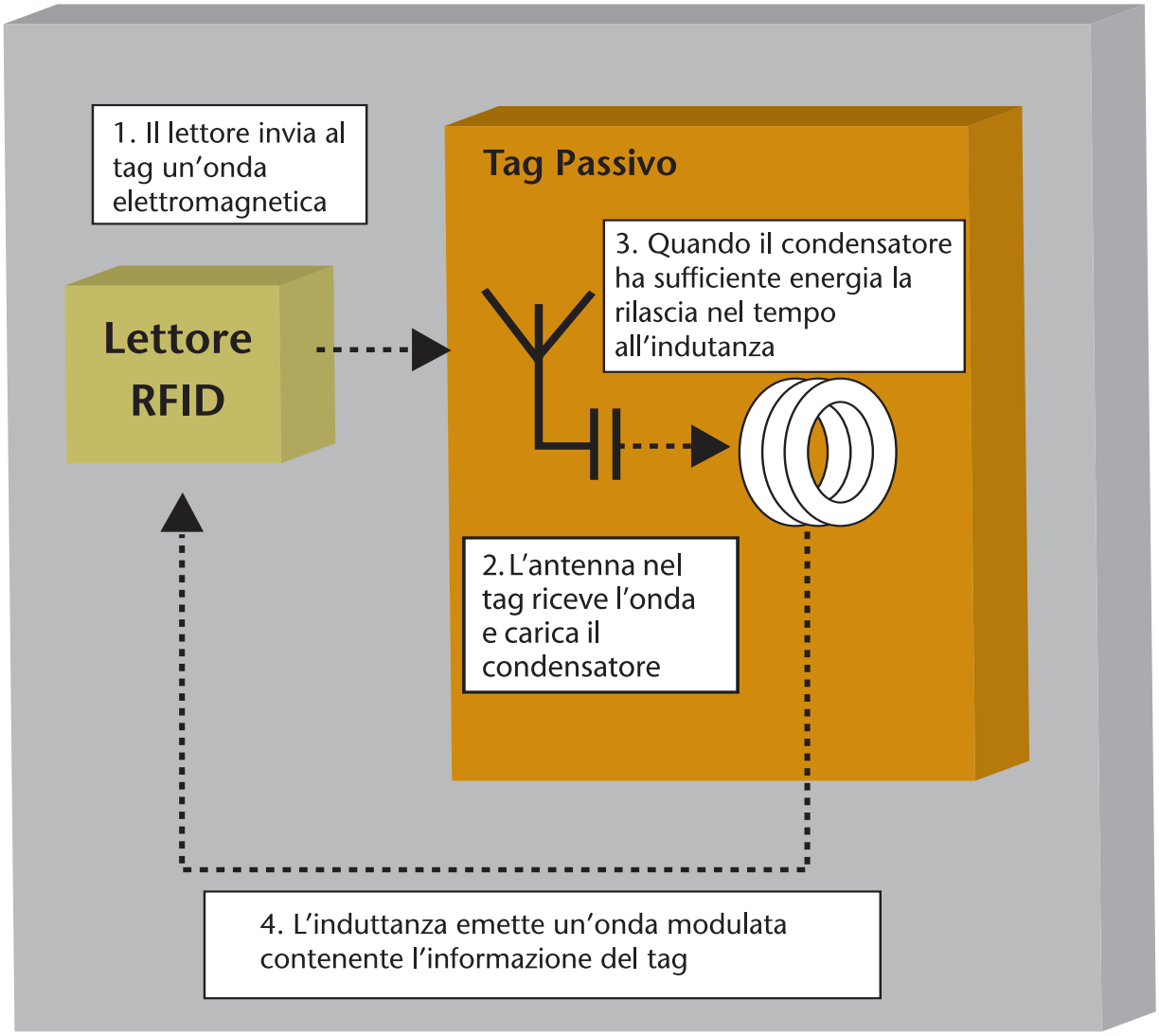


Figura 3 *Funzionamento dei tag passivi in basse frequenze*

no un segnale dal lettore, esempi di utilizzo riguardano il telepass e i punti di controllo degli accessi. Quando una macchina è in prossimità del casello autostradale, il lettore invia un segnale che attiva il transponder, il quale a sua volta invia in etere (broadcast) il suo unico numero di identificazione. In questo modo la durata della batteria è proporzionale al numero di accensioni del tag.
I segnalatori attivi sono utilizzati in sistemi che hanno vincoli di tempo reale dove è necessaria la precisa posizione di un bene da monitorare. Nei sistemi real time, il segnalatore emette un segnale relativo al suo univoco identificativo in intervalli prefissati (l'intervallo dipende dall'accuratezza necessaria al sistema per conoscere la posizione, può andare da un 1 secondo a 1 giorno).
Il segnale è catturato da almeno 3 lettori posti al perimetro dell'area da sorvegliare, in questo modo è possibile conoscere l'esatta posizione geografica di un oggetto (triangolazione).
Il costo di un tag attivo si va dai 10 ai 50€ e dipende dalla quantità di memoria, dal tipo di batteria e da caratteristiche opzionali come il controllo della temperatura o i contenitori resistenti all'acqua.

CONCLUSIONI

La tecnologia RFID esiste da anni e ha vastissimi campi di applicazione. Anni fa si pensava che il 2001 sarebbe stato l' anno dell' RFID.
Effettivamente così è stato e nuove sfide tecnologiche sono già in fase di studio presso i laboratori di tutto il mondo: ci sono centinaio di industrie che realizzano la tecnologia RFID, organizzazioni come UCC ed EAN che supportano una iniziativa chiamata GTAG per la produzione di soluzioni RFID, il centro del MIT, Auto-id sta lavorando per sviluppare uno standard per identificare oggetti tramite RFID, è possibile inserire TAG ovunque, fiori, porte, auto, vestiti, cibo.
L'obiettivo è stato quello di raggiungere un costo per TAG inferiore ai 5 centesimi di euro e per l' interrogatore inferiore a 100 euro con una portata di circa un metro utilizzando frequenze multiple (13.56 e 915 MHz). Una delle maggiori sfide ad oggi riguarda l'integrazione dell'RFID in sistemi già esistenti. Infatti molti produttori RFID hanno sviluppato propri Middleware che connettono l'RFID alle proprie già esistenti reti.
Questo nuovo impulso non può che far bene all'RFID che necessita di una maggiore standardizzazione. Anche se non senza problemi, l'RFID si propone nei prossimi anni una diffusione capillare nella nostra vita quotidiana e un forte presenza in tutte le aziende che necessitano controlli più efficienti sulle proprie merci.

Codice MIP252044

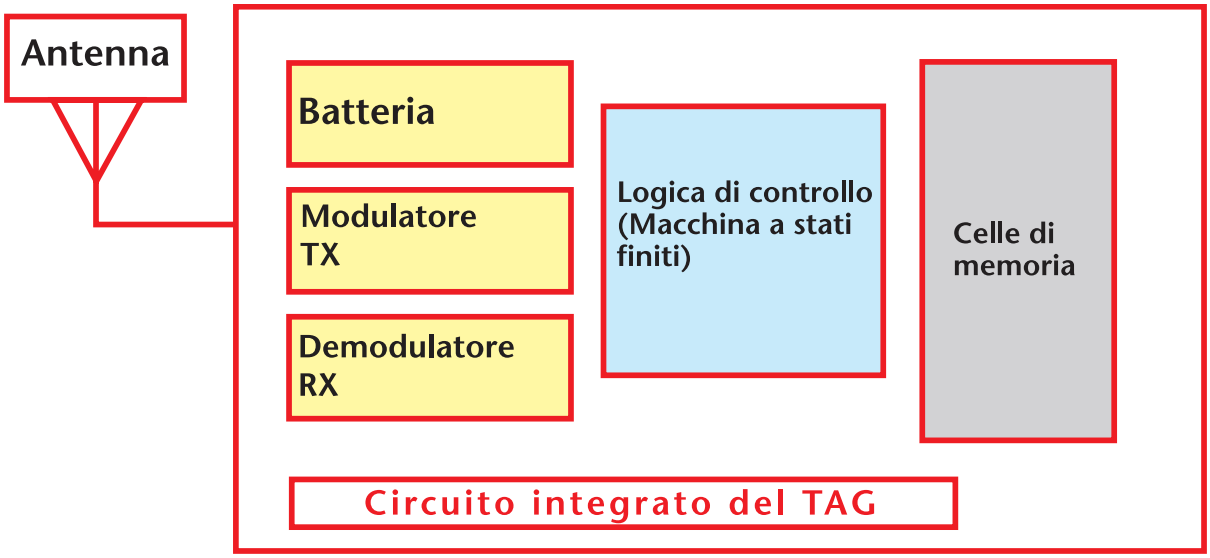


Figura 4 Architettura di un tag attivo

PICO-processor

Tra le applicazioni "soft" delle Logiche Programmabili, particolarmente interessante è il capitolo che riguarda i Controller Embedded Xilinx, che implementano le funzioni di controllori di vario tipo e complessità, dal semplice dispositivo PicoBlaze™ a 8 bit fino al processore PowerPC™. Questi Controller possono essere agevolmente integrati nei dispositivi programmabili insieme alle altre funzioni di sistema, consentendo un evidente risparmio nell'ambito di un progetto. In questo articolo ci riferiamo ai processori di piccola taglia che possono essere realizzati entro le FPGA o CPLD delle serie più economiche e presentiamo un esempio di realizzazione didattica per CPLD.

Con il termine *Picoprocessor* ci riferiamo a un'applicazione firmware implementata su un macromodulo hardware, battezzato "CPLD Stamp", contenente una CPLD Xilinx e la circuiteria di contorno minima necessaria per il suo normale funzionamento (figura 1a). La circuiteria contiene:

- un gruppo R-C per generare il reset del dispositivo all'accensione;
- un paio di resistenze di pull-down per l'abilitazione dei buffer tri-state di uscita;
- un oscillatore per il clock di sistema;
- un regolatore di tensione per fornire l'alimentazione a +3.3V;
- un connettore relativo all'interfaccia di programmazione.

Inoltre, ai lati maggiori della piastrina sono stati inseriti due connettori a pettine a cui fanno capo 16 pin di I/O della CPLD, separati in due gruppi di 8. Altri due pin aggiuntivi servono a collegare la massa e l'alimentazione non regolata al circuito.
Il macromodulo dispone in totale di 18 pin. Una volta che sia stato programmato, si può pensare di inscatolarlo in un contenitore ermetico (figura 1b) e inserirlo in un circuito "ospite".
Questo progetto è stato ispirato da necessità didattiche. L'idea iniziale è stata quella di creare un oggetto abbastanza piccolo da poter essere inserito su una Proto-Board di test (vedere figu-

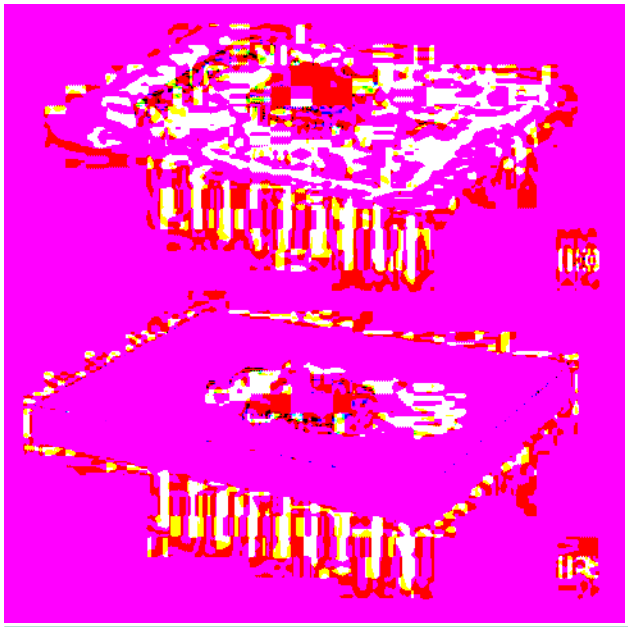


Figura 1 *Prototipo del macromodulo CPLD Stamp*

con CPLD

di Agostino Rolando

ra 2) e tale da poter essere programmato a svolgere funzioni di timing. Il sistema di test è corredato di alimentatore e di interfaccia di programmazione predisposta per il collegamento alla porta parallela del PC.
Il Picoprocessor, di cui tratteremo nel seguito, è quindi una delle tante possibili personalizzazioni di questo macromodulo.
Proseguiamo ora con la trattazione ma, prima di entrare nel merito della descrizione del Picoprocessor, apriamo una breve parentesi su quelli che sono i "core" per processori di piccola taglia prodotti da Xilinx.

XILINX MICROBLAZE

MicroBlaze è un core per processore di tipo RISC a 32 bit che può essere impiegato, insieme a periferiche dello stesso tipo, per il progetto di sistemi embedded entro FPGA Xilinx.
Il microcontrollore MicroBlaze, basato sul core in questione, rappresenta una soluzione integrata adatta per dispositivi della serie Spartan-3.
Il sistema di sviluppo relativo è il cosiddetto EDK (Embedded Development Kit).
MicroBlaze include anche una memoria RAM interna, una UART RS232, quattro blocchi gestori di I/O e una UART via JTAG dedicata al debug software.

Figura 2 Disposizione del banco di collaudo

È indicato per applicazioni industriali e civili, in particolare nel settore della comunicazione dati.

XILINX PICOBLAZE

PicoBlaze è un macromodulo firmware Xilinx adatto a realizzare un semplice microcontrollore a 8 bit. Ve ne sono diverse versioni, alcune supportate dai dispositivi FPGA delle serie Virtex™ e Spartan™, altre adatte per CPLD della serie CoolRunner™-II.
Il codice sorgente VHDL che lo descrive può essere scaricato gratuitamente dal sito del produttore, previa registrazione.
PicoBlaze supporta un set di istruzioni comprendente una sessantina di codici operativi, oltre a un certo numero (da 8 a 32) di registri general-purpose a 8 bit di parola.
Per quanto riguarda i modi di indirizzamento, il controller supporta fino a 256 porte indirizzabili in modo diretto o indiretto e gestisce anche una linea di interrupt mascherabile.
La versione di controller PicoBlaze per i dispositivi Spartan-3, Virtex-4 e Virtex-II dispone anche di 64 byte di RAM on chip.

IL PICO-PROCESSOR

Siamo dunque arrivati alla descrizione del processore elementare "home-made" che ha dato il titolo a questa trattazione, il quale è talmente semplice da meritare l'attributo di "Pico", ma nello stesso tempo sufficientemente complesso da contenere le parti essenziali tipiche di un processore. Può essere adatto per chi si avvicina per la prima volta al linguaggio Assembly e non dispone ancora di esperienza nei linguaggi HDL.

Descrizione

Nella figura 3 è mostrato lo schema a blocchi del Picoprocessor. Come possiamo vedere, i costituenti sono rap-

presentati da:

- Memoria di Programma, atta a contenere le istruzioni da eseguire in sequenza;
- Gestore di Program Counter, che si occupa di calcolare l'indirizzo della prossima istruzione;
- Unità Aritmetico-Logica (ALU), per l'esecuzione delle istruzioni;
- Divisore di Clock, come prescaler del clock di sistema.

Per quanto riguarda l'esecuzione delle istruzioni, le fasi di *Fetch* e *Execute* richiedono due colpi successivi di clock, quindi il sistema ha un'architettura di tipo RISC. Si è introdotto il Divisore di Clock per i casi in cui sia opportuno "rallentare" l'esecuzione; può servire sia per motivi di debug sia per applicazioni particolari che richiedono un clock più lento, come ad esempio per il campionamento di una linea seriale.

DETTAGLIO DEI MODULI

Memoria di programma

La memoria di programma è costituita da un blocco embedded di EEprom Flash da 64 byte ed è implementata con il costrutto *case*, che permette di assegnare i codici operativi alle locazioni da scandire sequenzialmente.

Unità aritmetico-logica

L' Unità Aritmetico-Logica ha il compito di eseguire le funzioni identificate dai codici operativi. Contiene al suo interno i registri A, B, C (che sono anche riportati in feedback per l'aggiornamento). Inoltre, riceve in ingresso i bit della porta iPORT ed emette in uscita i segnali relativi alla porta oPORT, oltre ai valori aggiornati dei registri A, B, C.
Gestisce anche il flag di azzeramento (Z_FLAG), relativamente al registro A. Il flag viene utilizzato dal modulo di gestione del Program Counter. L' unità è sincronizzata con il fronte di salita del clock di sistema.

Gestore di program counter

Il Gestore di Program Counter ha appunto il compito di aggiornare il Program Counter (identificato dal registro *addrout*) per "puntare" alla prossima istruzione da eseguire.
Normalmente l'indirizzo viene incrementato di uno, mentre per le istruzioni di salto l'incremento è negativo ed è pari al contenuto del registro B.

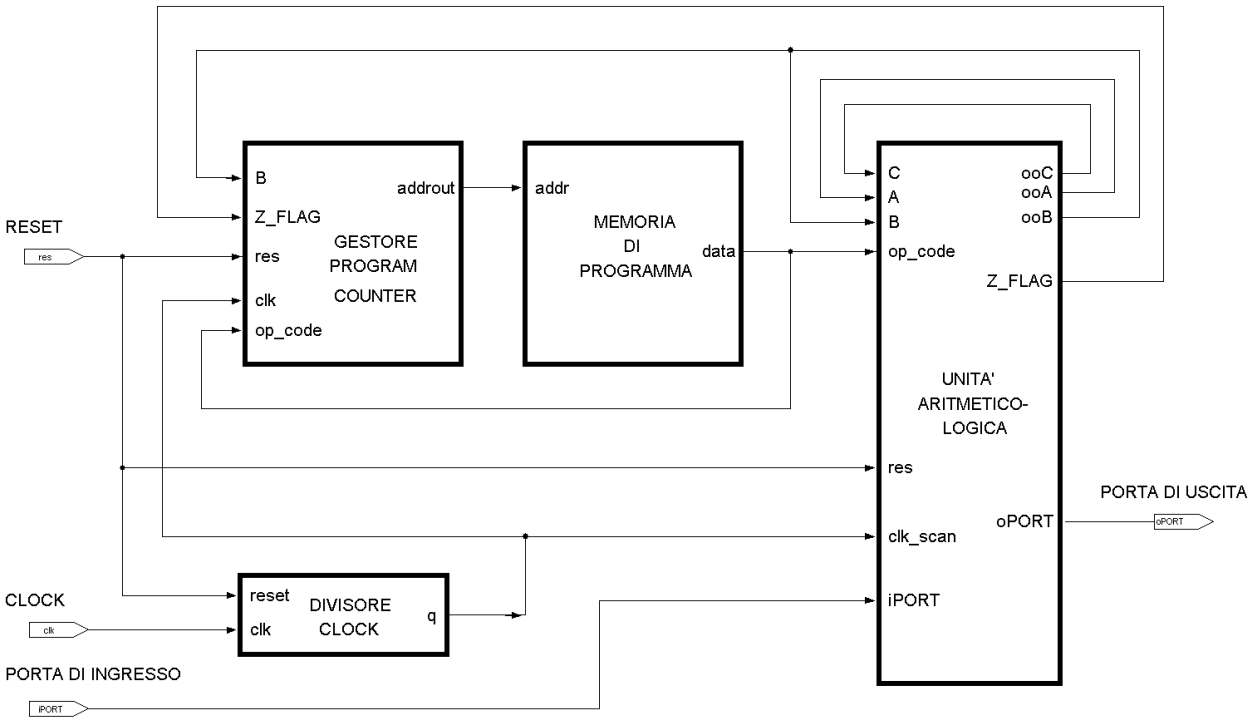


Figura 3 Schema a blocchi del Picoprocessor

UN CONTROLLORE ALTERNATIVO

COMFILE TECHNOLOGY

CUBLOC™

GAMMA DI CONTROLLORI PROGRAMMABILI IN BASIC E LADDER LOGIC CON AMBIENTE DI SVILUPPO GRATUITO.

www.comfile.tech.com

Codice MIP 252055

Inware
Providing Innovation

INWARE Srl Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI) Tel: 0266504794 - Fax: 0266508225 - www.inware.it

Elenco istruzioni	
Codice Operativo	**Valore Significato**
NOP	NO Operation
LDA0	A <- 0
LDAC	A <- C
LDAi	A <- iPORT
STAC	A -> C
STAB	A -> B
STAo	A -> oPORT
INCA	A <- A + 1
DECA	A <- A – 1
SHLA	Shifta A vs sin. di una posizione
SHRA	Shifta A vs dxt di una posizione
ANDA1	A <- A and 0000 0001
JNZA	JMP con offset = -B, se A <> 0
JMP0	JMP TO 0

Tabella 1 *Set di istruzioni*

Divisore di clock

Il modulo Divisore di Clock può servire, soprattutto in fase di debug, per rallentare opportunamente il clock di sistema. Fa uso di un parametro che rappresenta l'esponente in base 2 di un fattore di divisione binario.

SET DI ISTRUZIONI

Le istruzioni disponibili sono elencate in tabella 1. I codici operativi sono relativi al caricamento tra registri, incremento e decremento, shift, salto, ecc..

Va sottolineato che le istruzioni che sono state create per il Pico-Processor sono in numero limitato, sia perchè questo vuole essere solo un esempio didattico, sia perchè bisogna fare i conti con la capacità interna della CPLD adottata, che non è molto elevata.

Inoltre, la nostra scelta prevede di implementare la memoria di programma on-chip; per cui è necessario effettuare un compromesso

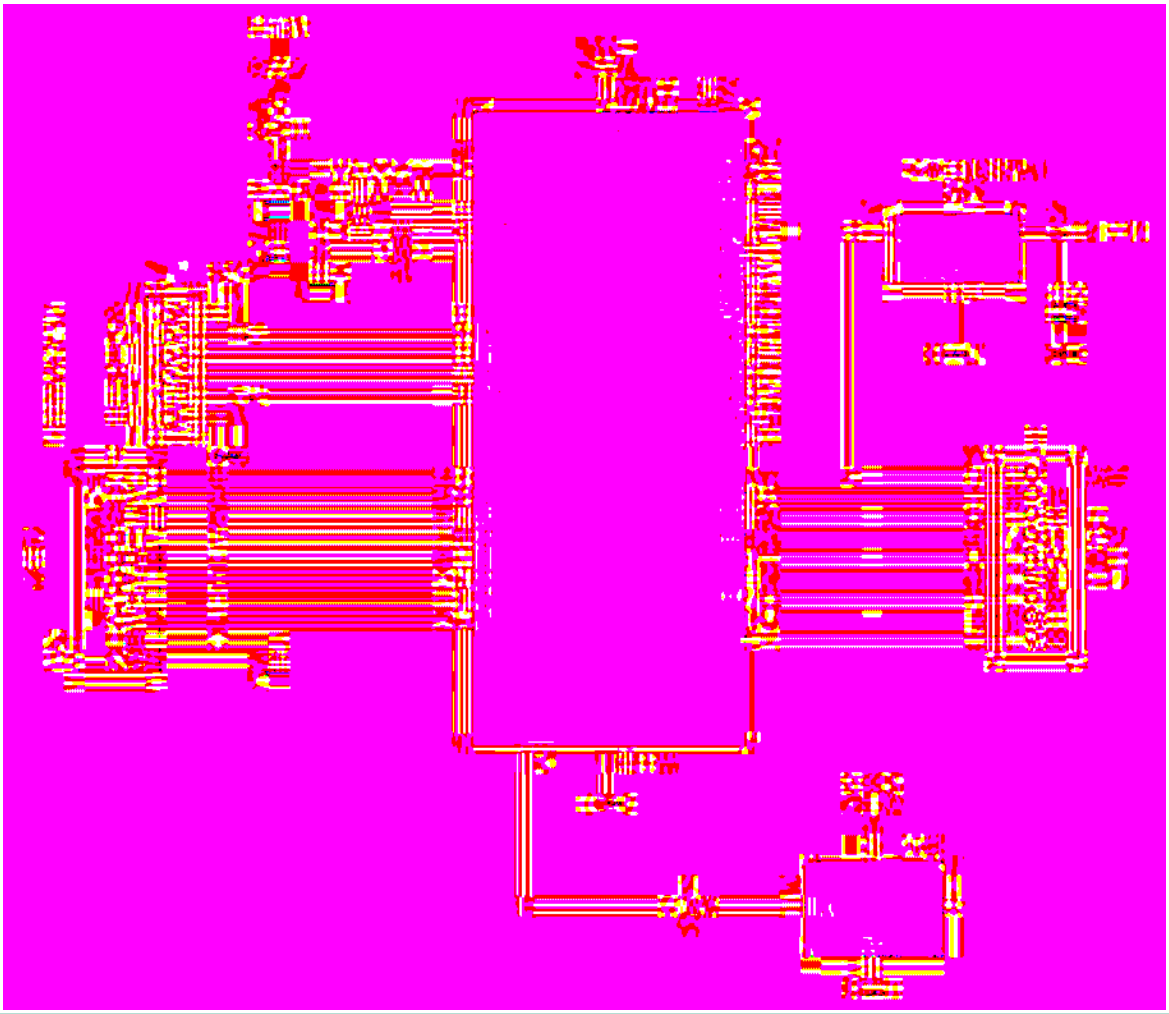


Figura 4 *Schema elettrico del Macromodulo*

tra tutti i fattori in gioco, che sono in sostanza le dimensioni della memoria di programma, il set di istruzioni e le funzioni dell'Unità Aritmetico-Logica.
Naturalmente, se si scegliesse un dispositivo più capiente o si seguissero altre strategie di implementazione, si potrebbero ampliare le funzionalità, anche di molto.
Inoltre, un notevole ingombro è costituito dal modulo Divisore di Clock, nel caso in cui si adotti un fattore di divisione elevato. Con poche modifiche al codice sorgente sarebbe possibile "trasportare" la memoria di programma su una dispositivo esterno alla CPLD; l'ideale sarebbe utilizzare una Flash programmabile via ISP.
Questo, naturalmente, permetterebbe anche di estendere di molto la lunghezza del programma gestibile.
Per dare un'idea delle risorse impegnate, con l'implementazione presentata e un fattore di divisione di clock pari a 2^{12}, il progetto impegna circa una cinquantina di macrocelle e sta comodamente su una XC9572 o una Cool Runner XC2C128.
I registri interni presenti sono in numero di tre e sono indicati con A, B e C. Un accenno breve al significato dei codici in tabella 1 : l'istruzione NOP non effettua operazioni. Può servire per creare dei ritardi determinati.
Le istruzioni LDA0, LDAC e LDAi caricano nel registro A rispettivamente il valore 0000 0000 binario, il contenuto del registro C, il contenuto della porta di ingresso iPORT.
Le istruzioni STAC, STAB e STAo effettuano, nell'ordine, il trasferimento (Store) del contenuto di A verso i registri C, B o verso la porta di uscita oPORT.
L'incremento e il decremento del registro A sono realizzati per mezzo dei codici operativi INCA e DECA.
È possibile inoltre effettuare lo shift verso sinistra (SHLA) e verso destra (SHRA) del registro A, oltre all' operazione di AND logico tra il

Software Mikrobasic

Un potente compilatore Basic per PICmicro

- Code Editor
- Code Explorer
- Debugger
- Statistiche

Tutto in un ambiente Windows facile ed intuitivo

Un set di strumenti veramente indispensabili per sviluppare applicazioni con i PICmicro

Codice MIP 252057

Ordinalo subito su www.farelettronica.com oppure telefona allo 02.66504755

Elenco componenti del Macromodulo	
R1÷R3	Resistenza 4K7 Ω (package 0805)
R4	Resistenza 100 Ω (package 0805)
C1,C2	Condensatore 0,1 µF 50 V ceramico (package 0805)
IC1	Regolatore di tensione ST KF33 (package D-PACK)
IC2	CPLD XC9572XL-10PC44I (package 44 pin PLCC)
IC3	Oscillatore SUNNY Frequenza 2.048 MHz (SMD)
J1,J2	Connettore lineare passo 5,08 9 pin maschio
J3	Connettore lineare passo 5,08 6 pin maschio

contenuto di A e il valore binario 0000 0001 (istruzione ANDA1).
Infine, sono molto utili le istruzioni di salto condizionato (JNZA) e incondizionato (JMP0). La prima assume come indirizzo di offset per il salto il contenuto del registro B, la seconda effettua un salto direttamente alla locazione iniziale di memoria. Il registro C viene impiegato solo per salvataggio e ripristino del registro A.

REALIZZAZIONE PRATICA

Nella figura 6a è mostrato il dettaglio del macromodulo, che è stato realizzato su basetta di vetronite monofaccia di dimensioni 6,5x5 cm.
I macro-pin del dispositivo sono stati numerati in senso antiorario, come per un classico integrato dual-in-line. La massa è collegata al pin 9 e l'alimentazione va fornita al pin 18. Ai pin da 1 a 8 è collegata la porta di ingresso (iPORT), mentre la porta di uscita (oPORT) è disponibile ai pin dal 10 al 17 (vedere figura 6b).

Lo schema elettrico è visibile in figura 4. Non vi sono particolari novità rispetto ad analoghi schemi già visti in passato, tranne per il regolatore di tensione IC1, che è di tipo "Very Low Dropout" e permette di ottenere la tensione a +3.3V a partire da un'alimentazione esterna non regolata, da applicare al pin 18 (Vcc), di almeno 0.4V superiore.
Il macromodulo in realtà è più versatile di quanto non possa sembrare a prima vista. Infatti, occorre tenere presente che, se ci riferiamo alla CPLD, i pin utilizzati sono bidirezionali e potrebbero essere riconfigurati in qualunque altra maniera. In altre parole, la distinzione tra iPORT e oPORT è comoda ma non va intesa in senso rigido, in quanto è specifica dell'applicazione "Picoprocessor".

QUALCHE ESEMPIO DI PROGRAMMA

Seguono ora alcuni esempi applicativi. Risulterà evidente che si fa largo impiego del registro A, anche per operazioni molto semplici.
Questo registro è un po' il "factotum" della situazione e la ragione di questo sta nell'esigenza di economizzare le risorse a disposizione. Da questo punto di vista può sembrare che questo linguaggio Assembly-like sia inefficiente, ma è anche vero che l'esecuzione risulta estremamente veloce.
Negli esempi, accanto alle istruzioni più significative è riportato un commento chiarificatore. Le istruzioni vanno terminate con il carattere ";".

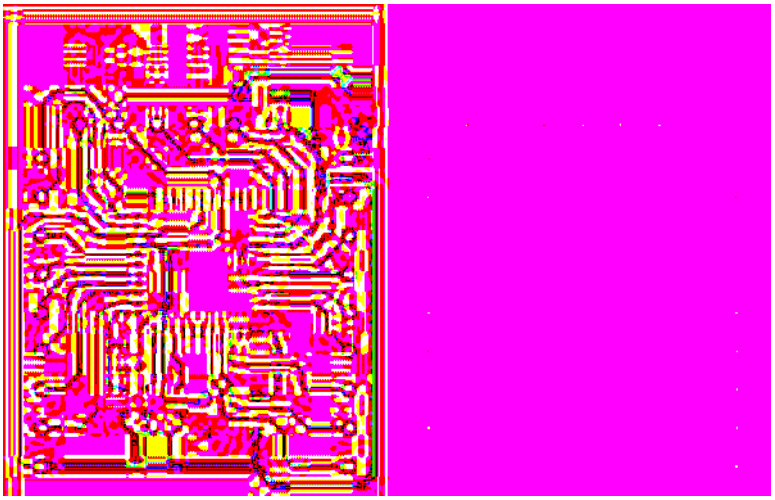


Figura 5 Master e serigrafia del circuito stampato

I commenti vanno preceduti da un doppio "slash". Chiaramente, il vantaggio di questo tipo di descrizione è che si può lavorare con le CPLD senza bisogno di conoscere un linguaggio HDL.

Esempio 1: loop di test

Il programma riportato nel listato 1 utilizza l'istruzione JNZA per realizzare un loop di test sullo stato di un bit della porta di ingresso (nel caso specifico, il bit meno significativo, indicato iPORT[0]).
Le prime istruzioni servono a caricare nel registro B il valore numerico 3, che serve come offset per un successivo salto.
In seguito si carica in A il contenuto della porta di ingresso (iPORT), se ne fa l'AND logico con il valore "1" binario e si emette il risultato sulla porta di uscita (oPORT).
L'operazione di AND serve a settare o meno il flag di azzeramento per A.
Segue l'istruzione di salto JNZA, per ritornare ad acquisire il dato di input nel caso che A sia diverso da zero. Il programma termina quando A è uguale a zero.

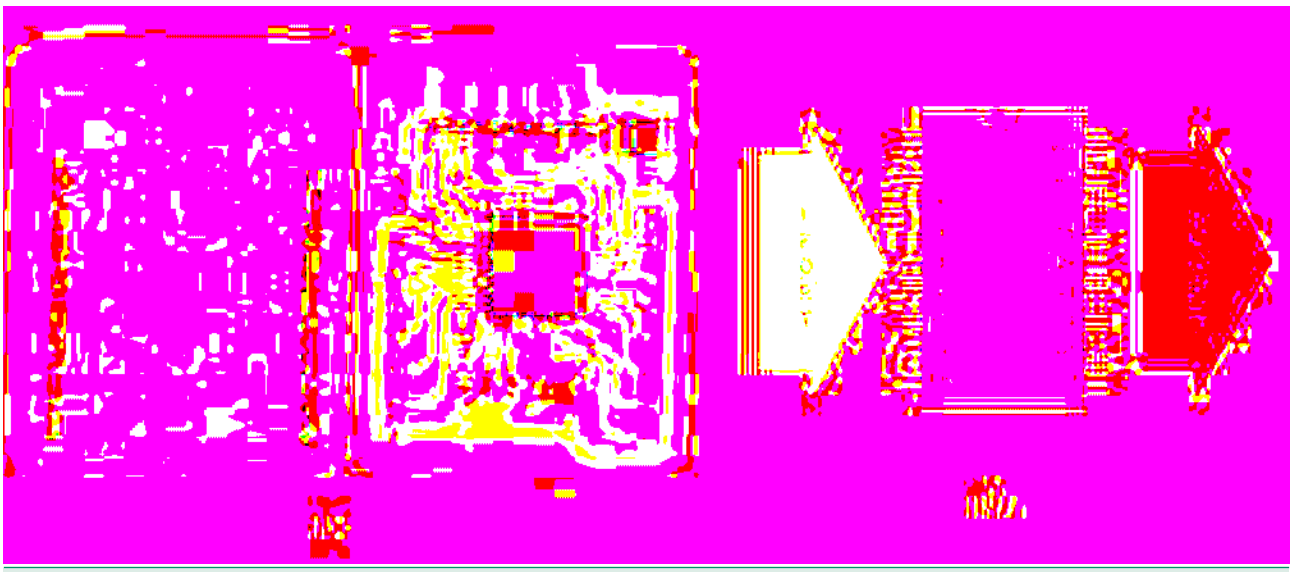


Figura 6 Prototipo del CPLD Stamp (a) e simbolo del Picoprocessor (b)

[Listato 1]

```
// PROCEDURA LOOP
// INIZIO
//  Si pone A = 3 :
        LDA0;
        INCA;
        INCA;
        INCA;
//  .. e si trasferisce A in B ;
        STAB;  // B = 3

//  Check se iPORT[0] = 0  (per default iPORT[0] = 1)

//  Caricamento di A dalla porta di Input
        LDAi;   // A <- iPORT
//  AND di A con il valore binario 0000 0001
        ANDA1;

//  Si emette il valore di A sulla porta di uscita
```

```
        STAo;       // A -> oPORT

//  Si salta indietro di tre step se A e' diverso da zero
//  (l'ampiezza del salto e' contenuta in B)

        JNZA;
//   (Si esce se iPORT[0] = 0)
//  END LOOP
```

[Listato 2]

```
// PROCEDURA DELAY

//  Si pone A = 6

        LDA0;  // A <- 0
        INCA;  // A = 1
        SHLA;  // A = 2
        SHLA;  // A = 4
        INCA;  // A = 5
        INCA;  // A = 6

// .. e si mette il valore in B
        STAB; // B = 6
        NOP;

// Set A = 1111 1111
        LDA0; // A <- 0
        DECA; // A = 1111 1111
        NOP;
        NOP;
        NOP;
        NOP;
        NOP;

// Salta indietro di 6 posizioni se A <> 0
        JNZA;
// END DELAY
```

Esempio 2: realizzare un ritardo

Nell'esempio del listato 2 la procedura DELAY effettua un ritardo pari a 255 colpi di clock.
All'inizio si pone A = 6 e si copia il valore in B, per successivo salto.
Poi si carica in A il valore 0 e lo si decrementa, in modo da ottenere dapprima A = 255 decimale; in seguito si continua a decrementare A, realizzando un loop da cui si esce quando A = 0.
Alcune istruzioni NOP sono state introdotte per creare un opportuno distacco per il "salto".

Esempio 3: monitor per linea seriale

L'esempio riportato nel listato 3 effettua un controllo su una linea seriale, che si suppone essere collegata al pin iPORT[3].

[Listato 3]

```
// MONITOR PER LINEA SERIALE RS232

//   Linea di ingresso su iPORT[3]
//   Oscillatore esterno a 2.048 Mhz
//   Fattore di divisione clock = 5

// Si pone A = 5
         LDA0;    // A <- 0
         STAo;    // Azzeramento uscita
         INCA;    // A = 1
         INCA;    // A = 2
         INCA;    // A = 3
         INCA;    // A = 4
         INCA;    // A = 5

//.. e si mette il valore in B
         STAB;    // B = 5

//  Check se iPORT[3] = 0 (=> START BIT)
```

```
        LDAi;   // A <- iPORT
        SHRA;
        SHRA;
        SHRA;   // Trasferisco l'info utile nel bit A[0]

//  AND di A con il valore binario 0000 0001

        ANDA1;
//  Si salta indietro di 5 step, se A vale 1
        JNZA;

// Si pone A = 1
        INCA;
        STAo; // Accendo led in uscita su oPORT[0]

// Procedura DELAY per persistenza led

// Assegnazione A = 5
        LDA0;  // A <- 0
        INCA;  // A = 1
        INCA;  // A = 2
        INCA;  // A = 3
        INCA;  // A = 4
        INCA;  // A = 5

// .. e trasferimento in B
        STAB; // B = 5

// Assegnazione A = 1111 1111
        LDA0; // A <- 0
        DECA; // A = 1111 1111
        NOP;
        NOP;
        NOP;
        NOP;
```

La linea, a riposo, è a valore logico High. Quando si presenta un bit di START, il programma rileva la variazione High-Low e attiva l'uscita oPORT[0], a cui si suppone di collegare un led per segnalazione. Nella parte finale del programma si realizza un ritardo adatto a permettere di manterenere il led acceso per un tempo sufficiente da essere osservabile.

Esempio 4: effetto "super-car"

Nel listato 4 che segue vengono pilotati otto led (che si suppongono essere collegati alla porta di uscita oPORT) in modo da realizzare un'effetto a scorrimento, prima verso destra e poi verso sinistra, come la mitica *Super-Car* di una nota serie televisiva per ragazzi.

Esempio 5: generatore di numeri casuali

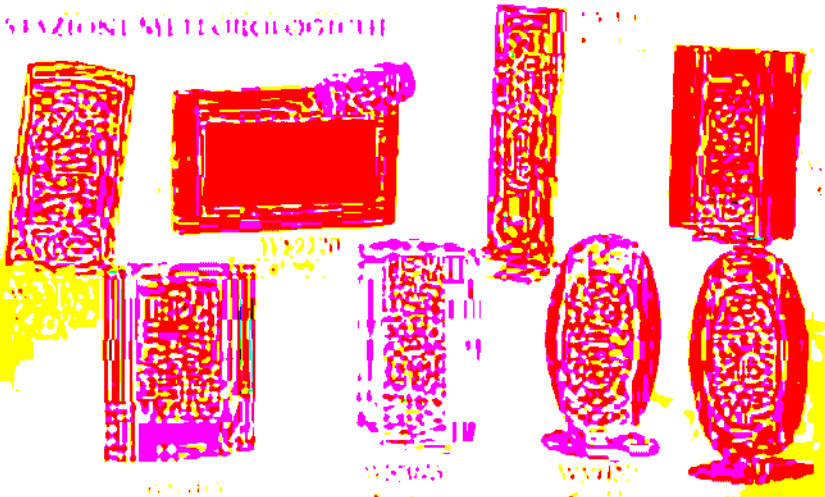
il programma nel listato 5 prevede che all'ingresso IPORT[0] venga collegato un pulsante (attivo a livello basso) e che alla porta di uscita oPORT vengano collegati otto led (attivi a

PRODOTTI e SISTEMI per la METEOROLOGIA

Una vasta gamma di prodotti per rilevare e prevedere le condizioni meteo, dalle stazioni professionali ai semplici igrometri e termometri.

STAZIONI METEOROLOGICHE PROFESSIONALI CLIPER

STAZIONI METEOROLOGICHE



OROLOGI DA TAVOLO E DA VIAGGIO

OROLOGI E TERMOMETRI

TERMOMETRI E IGROMETRI

Codice MIP 252063

[Listato 4]

```
// PROGRAMMA SUPERCAR
// Fattore di divisione = 16

// START
        LDA0;
        INCA;
        STAo;   // 0000 0001
        SHLA;
        STAo;   // 0000 0010
        SHLA;
        STAo;   // 0000 0100
        SHLA;
        STAo;   // 0000 1000
        SHLA;
        STAo;   // 0001 0000
        SHLA;
        STAo;   // 0010 0000
        SHLA;
        STAo;   // 0100 0000
        SHLA;
        STAo;   // 1000 0000
//
        SHRA;
        STAo;   // 0100 0000
        SHRA;
        STAo;   // 0010 0000
        SHRA;
        STAo;   // 0001 0000
        SHRA;
        STAo;   // 0000 1000
        SHRA;
        STAo;   // 0000 0100
        SHRA;
        STAo;   // 0000 0010
//
        JMP0;   // go to START
```

[Listato 5]

```
//////////////////////////////////////////////
// GENERATORE DI NUMERI CASUALI

// START POINT
LDA0;      // Azzera A
INCA;       // Set A = 1

// LOOP POINT
STAo;       // Emette A sull'uscita oPORT
STAC;       // Salva A in C

// LOOP SU iPORT[0]

//    Prepara jump offset  B = 3
LDA0;   // A <- 0
INCA;   // A = 1
INCA;   // A = 2
STAB;   // B = 2

//    CHECK iPORT = 0 (DEFAULT : iPORT = 1)

LDAi;   // A <- iPORT
ANDA1; // A <- A and 0000 0001

//  Torna indietro di due posizioni, se A <> 0
JNZA;

// ..END LOOP. Ora iPORT[0] vale 0

//  Prepara il salto "lungo" verso LOOP POINT
LDA0;
INCA;  // A = 1
SHLA;  // A = 2
SHLA;  // A = 4
SHLA;  // A = 8
SHLA;  // A = 16
SHLA;  // A = 32
DECA;  // A = 31
STAB;  // B = 31

LDAC;  // Ricarica il valore prec. salvato
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;
NOP;

JNZA;  // Torna all'inizio, a LOOP POINT
```

livello alto).
Il codice effettua le seguenti fasi:
- Inizializza A ad 0.
- Incrementa A di 1, salva il valore di A nel registro C e lo emette sulla porta di uscita oPORT.
- Testa il valore dell' ingresso iPORT[0]; se esso vale 1, rimane in loop di attesa.
- Se iPORT[0] vale 0, riprende in A il valore precedentemente salvato in C e ritorna all'inizio.

Ponendo un fattore di divisione piccolo per il clock (ad esempio 1), l'effetto pratico di questa procedura è quello di generare una successione rapidissima di valori binari fintanto che il pulsante viene tenuto premuto.
Quando il pulsante viene rilasciato, la successione si ferma e sui led di uscita rimane "congelato" il valore di conteggio che è stato raggiunto.
Questo valore è casuale, in quanto dipende dall'istante in cui si rilascia il pulsante.

COMPILAZIONE DEL PROGRAMMA

La compilazione del codice Assembly viene effettuata con un programma specifico, chiamato *PICOTRAD.EXE*, descritto in linguaggio Pascal, che si esegue da una finestra DOS. In figura 7 è riportata la schermata del programma.
Più che di un compilatore vero e proprio si tratta, in effetti, di un semplice programma traduttore, che trasforma il sorgente Assembly di partenza in un equivalente sorgente Verilog.
Quest'ultimo deve poi essere "ricopiato" manualmente (con un *copy-and-paste*) entro uno "scheletro" di progetto già configurato nell' ambiente di sviluppo per CPLD (ISE Webpack).
A questo punto, faranno seguito le fasi di Sintesi, Implementazione, ecc.. tipiche del flusso di progetto tradizionale per CPLD, fino al trasferimento del bit stream di programmazione sul dispositivo target per mezzo del consueto applicativo iMPACT.

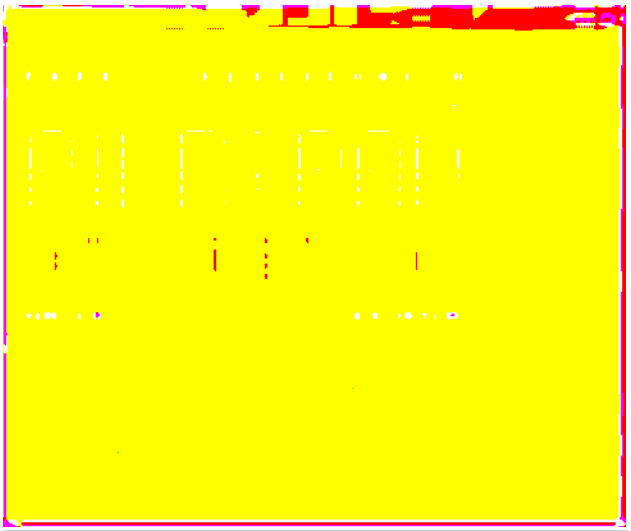


Figura 7 Schermata del programma Picotrad

Funzionamento

In fase di esecuzione il programma PICOTRAD richiede di immettere :
- Il nome del file da compilare;
- Il nome del file di uscita;
- Il fattore di divisione del clock (esponente del divisore 2^N).

Files accessori

Il traduttore fa uso di alcuni files accessori, di seguito elencati:

INTEST.TXT: che contiene l'intestazione del programma

DEFPIN.TXT: che contiene il pin assignment della CPLD

DEFSIG.TXT: con la definizione dei segnali di I/O e dei codici operativi

MODULI.TXT: che contiene i vari moduli Verilog e la loro istanziazione.

Tutti questi files devono essere collocati nella cartella in cui si esegue la compilazione.

CONCLUSIONI

La presente applicazione ci ha mostrato come con i componenti logici programmabili sia possibile emulare il funzionamento dei componenti sequenziali per eccellenza, come i classici microprocessori o microcontrollori.
Per quanto riguarda i sorgenti degli esempi presentati, il compilatore e i files allegati al progetto, è possibile scaricare tutto il materiale dal sito di Fare Elettronica.

Codice MIP252052

CAMPAGNA ABBONAMENTI 2006

1

ANNO

×

11

RIVISTE

=

L'abbonamento a soli **€45,00**

invece di €60,50

CON UN RISPARMIO DEL

25%

Abbonati subito!

...MA ASPETTA, NON È TUTTO!

ABBONATI o RINNOVA OGGI

IL TUO ABBONAMENTO A FARE ELETTRONICA

INSIEME A FIRMWARE

LA NUOVA RIVISTA DI INWARE EDIZIONI

fare elettronica

+

Firmware

=

I due abbonamenti a soli €79,50

RICEVERAI 22 RIVISTE CON UN RISPARMIO DI BEN €47,00 SUL PREZZO DI COPERTINA

Compila oggi stesso il coupon che trovi in ultima pagina o abbonati su www.farelettronica.com/abbonamento

INWARE EDIZIONI

Sistema di acquisizione

Spesso dovendo esaminare dei dati, è necessario disporre di hardware adatto per poterne effettuare la registrazione e la visualizzazione.
Il presente articolo cercherà di soddisfare questa necessità, presentando un circuito basato su microcontrollore PIC e collegato ad una porta USB di un computer.

Il sistema è basato sul PIC18F2550, microcontrollore che dispone di hardware dedicato alla comunicazione USB ed opera in modalità Full-Speed cioè 12Mbits/s. Questo sistema può essere impiegato come analizzatore di stato in circuiti logici, controllore PWM, oscilloscopio per basse frequenze o per interfacciare nuovi componenti. Con un piccolo hardware aggiuntivo potrà essere impiegata, ad esempio, una memoria SD o MultiMediaCard.

UNIVERSAL SERIAL BUS

Nella tabella A sono riportate le specifiche USB in termini di velocità di trasferimento e relative alle versioni USB1.1 e USB2.0.
Il progetto presentato utilizza la modalità Full Speed per cui sarà compatibile anche con USB2.0. È interessante sottolineare che le periferiche USB, oltre ad essere ***Plug and Play***, supportano l'***hot swap***, cioè possono essere collegate e scollegate dal computer senza doverlo riavviare.
Ogni comunicazione USB avviene necessariamente tra un host e un dispositivo (slave), perciò due dispositivi USB slave non possono comunicare tra di loro, se non connessi ad un host.

Il livello elettrico

Il bus USB usa solamente quattro fili schermati di cui si possono riconoscere le funzioni grazie ai colori standard: rosso=Vbus (4.4V-5.25V), nero=Ground, Verde=Data+ (D+), bianco=Data- (D-).
I dati vengono trasmessi serialmente sulle linee Data+ e Data- con segnali differenziali codificati con lo schema NRZI. Le tensioni di questi segnali vanno da 0 V a 3.6 V con uno "0" differenziale corrispondente nel ricevitore a (D+)>(D-)+200mV e un "1" corrispondente a (D-)>(D+)+200mV.
Gli stati "J" e "K" sono due livelli logici usati per trasmettere i dati e il loro valore è invertito tra la velocità Full-Speed e la Low-Speed. Nella prima infatti lo stato "J" è uno "0" differenziale, nella seconda "J" è un "1" differenziale. Sono previsti anche altri stati come "SE0" (Single Ended 0) consistente in D+ e D- bassi, che corrispondono a segnali non differenziali.
Ogni dispositivo USB indica la propria velocità e la propria presenza all'hub collegando delle resistenze di pull-up da 1.5KΩ (+/-5%) tra D+ o D- e la linea da 3.3 V. Un dispositivo Full-Speed è riconosciuto come tale se collega il pull-up con D+, mentre un Low-Speed si identifica collegando il pull-up con D-. Un dispositivo High-Speed viene identificato inizialmente come un Full-Speed con la resistenza di pull-up collegata tra D+ e la linea a 3.3V per mezzo di un interruttore che si apre con un controllo software.
Se l'hub a cui è connesso supporta l'High Speed, inizia un protocollo a basso livello che

Velocità	Clock	USB 1.1	USB 2.0
Low Speed	1,5Mb/s	Si	Si
Full Speed	12Mb/s	Si	Si
High Speed	480Mb/s	No	Si

Tabella A *Specifiche sulla velocità*

dati su bus USB

di Giovanni Allegra

stabilisce un collegamento High-Speed e apre l'interruttore che controlla il pull-up.
Una caratteristica utile del bus è che può erogare corrente per alimentare i dispositivi connessi. Un dispositivo specifica la corrente di cui ha bisogno nel "descrittore di configurazione" in unità da 2mA (Tabella B).
Sono previste tre classi di funzioni di alimentazione:

- Funzioni di bassa potenza alimentate esclusivamente dal bus, che non possono consumare più di una "unità di carico" uguale a 100 mA.
- Funzioni di alta potenza alimentate sempre dal bus, che consumano massimo una "unità di carico" prima di essere configurate, e fino a 5 unità dopo la configurazione.
- Funzioni auto-alimentate, che consumano fino a 100mA dal bus e il resto da una sorgente esterna.

I tipi di trasferimento

La comunicazione tra il software sull'host e il dispositivo ha come punto finale in quest'ultimo l'*endpoint*, che può essere considerato come quella parte del dispositivo che produce o richiede i dati: nel primo caso è un endpoint di output nel secondo è un endpoint di input.
Ogni dispositivo USB deve implementare un metodo di controllo che usa endpoint sia di input che di output con l'endpoint numero 0. Ad ogni endpoint è associato un tipo di trasferimento (tabella D) ed altri attributi, come la dimensione massima dei pacchetti di dati controllati.
Il software sull'host invece, trasferisce i dati attraverso la *pipe* (dall'inglese "condotta"), che costituisce l'associazione tra l'endpoint di un dispositivo e il software. Nel presente progetto verrà utilizzata la modalità Full-Speed che supporta i trasferimenti *control, interrupt, isochronous e bulk*.

1. Quello control è usato nella configurazione di un dispositivo, per esempio durante l'enumerazione, che è la fase in cui un dispositivo invia all'host informazioni su se stesso, al fine di essere riconosciuto.
2. Quello interrupt è usato per inviare periodicamente piccole quantità di dati, grazie a un tempo di latenza garantito (per esempio nei mouse o nelle tastiere).
3. Quello isochronous è usato per inviare conti-

Offset	Campo	Dimensione	Valore	Descrizione
0	bLength	1	Numero	Dimensione di questo descrittore in bytes
1	bDescriptorType	1	Costante	Tipo(0x02)
2	wTotalLength	2	Numero	Lunghezza totale in byte dei dati ritornati
4	bNumInterfaces	1	Numero	Numero di interfacce
5	bConfigurationValue	1	Numero	Codice di sottoclasse
6	iConfiguration	1	Indice	Valore da usare come argomento per selezionare questa configurazione
7	bmAttributes	1	Bitmap	D7 Riservato, settare a 1 D6 Auto alimentato D5 Wakeup Remoto D4..0 Riservati, settare a 0
8	bMaxPower	1	mA	Consumo massimo di corrente in unità di 2mA

Tabella B *Descrittore di configurazione*

nuamente dati quali flussi video e audio ma, in caso di errore di trasmissione i dati non sono ritrasmessi, per cui il sistema deve prevedere che alcune informazioni possono andare perdute.

4. Quello bulk è usato per trasferire grosse quantità di dati, per esempio in unità di memoria o stampanti, non ha un tempo di latenza garantito, di conseguenza viene rallentato se il bus è occupato.

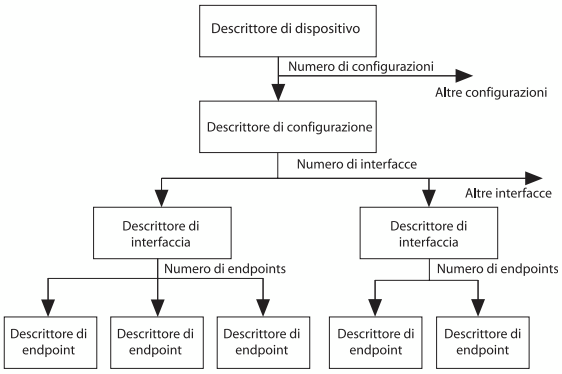


Figura 1 Struttura dei descrittori USB

I descrittori USB

Un descrittore è una struttura di dati con un formato definito, usato dal dispositivo per dichiarare i propri attributi (figura 1).
I descrittori più comuni sono: il descrittore del dispositivo (nella tabella C), di configurazione (nella tabella B), di interfaccia, di endpoint, di stringa.

IL PIC18F2550

Il modulo USB in figura 2, è dotato di una *Serial Interface Engine (SIE)* USB compatibile con le velocità Full-Speed e Low-Speed, che può essere collegata a un transceiver USB esterno o a quello interno, come nel presente caso. Per il funzio-

Offset	Campo	Dimensione	Valore	Descrizione
0	bLength	1	Numero	Dimensione di questo descrittore in bytes
1	bDescriptorType	1	Costante	Tipo(0x05)
2	bEndpointAddress	1	Endpoint	Indirizzo di questo endpoint: Bit 3..0: Numero dell'endpoint Bit 6..4: Riservati, settare a 0 Bit 7: Direzione (ignorato dagli endpoint control) 0=endpoint di output 1=endpoint di input
3	bmAttributes	1	Bitmap	Attributi dell'endpoint: Bit 1..0: Tipo di trasferimento 00 = Control 01 = Isochronous 10 = Bulk 11 = Interrupt Bit 5..2: Riservati, eccetto negli endpoint Isochronous Bit 3..2: Tipo di sincronizzazione Bit 5..4: Tipo di uso Bit 7..6: Riservati, settare a 0
4	wMaxPacketSize	2	Numero	Massima dimensione dei pacchetti di dati che questo endpoint può mandare o ricevere. Vedere le specifiche per maggiori informazioni.
6	bInterval	1	Numero	Intervallo di tempo in frame (1 ms), per sondare i trasferimenti di tipo interrupt e isochronous. Per il trasferimento interrupt deve essere compreso tra 1 e 255.

Tabella D Descrittore di endpoint

Microcontroller a 16-bit

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

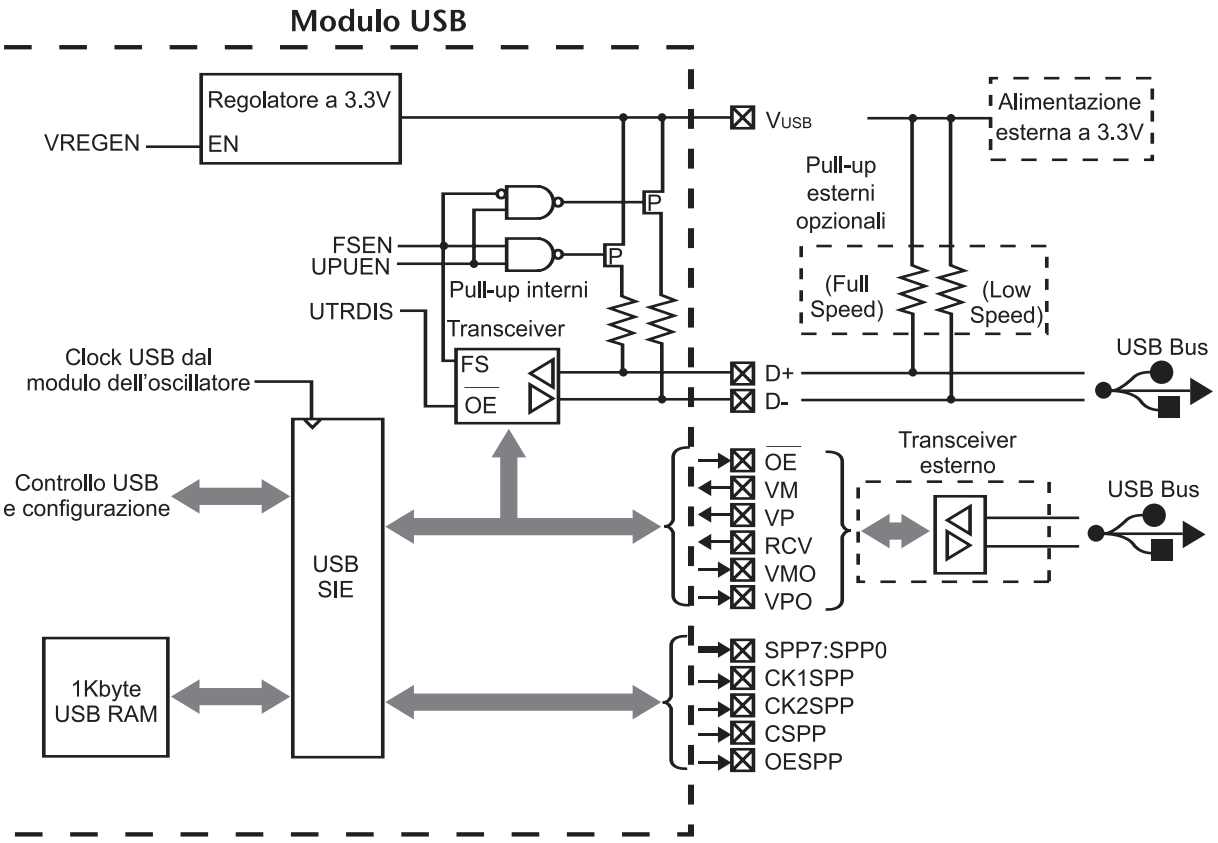
namento del transceiver interno è disponibile un regolatore di tensione a 3.3 V, disattivabile tramite il bit di configurazione VREGEN, nel caso in cui venga usato un regolatore esterno.
Per indicare la velocità possono essere impiegate resistenze di pull-up esterne, o attivare i pull-up interni con il bit FSEN di UCFG, USB Configuration Register, (1 indica Full-Speed, 0 Low-Speed). Il modulo per operare in Full-Speed necessita di un segnale di clock a 48Mhz che può essere generato tramite un oscillatore esterno o tramite il PLL (Phase Locked Loop) interno. Quest'ultimo ha un input di minimo 4Mhz e genera 96Mhz, quindi deve essere successivamente divisa per 2 ottenendo la frequenza desiderata.
Il PIC ha anche un modulo di conversione AD a 10 bit che ci servirà per l'acquisizione di segnali analogici di bassa frequenza. Infatti il tempo per fare una conversione non è basso come si potrebbe desiderare in quanto dipende dal tempo d'acquisizione Tacq e da 11-12 Tad che è il periodo di clock del modulo. Il valore minimo di Tad è di 0.7µs, ciò significa che, con la frequenza di 48Mhz, deve essere Tad=Tosc*64 (impostabile con il registro ADCON2), e risulterebbe Tad=1.33µs. Invece con clock=Tosc*32, risulta Tad=0.667µs valore leggermente sotto il minimo consentito.
A sua volta Tacq dipende dall'impedenza del segnale (massimo 2.5 KΩ) e da altri parametri e ha un valore minimo di 1.4µs.

Il firmware

Il firmware del PIC, basato sul codice dell'application note AN956, è stato scritto in C e compilato con MPLAB C18 Student Edition, programma reperibile gratuitamente.
Il codice gestisce un dispositivo compatibile con le specifiche CDC (Communication Device Class) per l'emulazione della porta RS-232 e contiene due interfacce, una *Communication Class Interface* e una *Data Class Interface*.
La prima include un endpoint di input di tipo *interrupt* ed è usata dal driver che emula la porta RS-232 per informare il dispositivo USB dello

Offset	Campo	Dimensione	Valore	Descrizione
0	bLength	1	Numero	Dimensione di questo descrittore in bytes
1	bDescriptorType	1	Costante	Tipo(0x01)
2	bcdUSB	2	BCD	Versione delle specifiche USB a cui il dispositivo è compatibile (0x0200 per USB2 0x0110 per USB1.1)
4	bDeviceClass	1	Classe	Codice di classe. Se uguale a 0 ogni interfaccia precisa il proprio codice. Se uguale a 0xFF si definisce una classe specifica. Altrimenti è una classe valida.
5	bDeviceSubClass	1	Sottoclasse	Codice di sottoclasse
6	bDeviceProtocol	1	Protocollo	Codice di protocollo
7	bMaxPacketSize	1	Numero	Dimensione massima del blocco di dati dell'endpoint 0. I valori validi sono 8,16,32,64
8	IdVendor	2	ID	VID o identificatore del produttore (assegnato da USB-IF)
10	IdProduct	2	ID	PID o identificatore del prodotto (assegnato dal produttore)
12	BcdDevice	2	BCD	Versione del dispositivo
14	IManufacturer	1	Indice	Indice del descrittore di stringa del produttore
15	Iproduct	1	Indice	Indice del descrittore di stringa del prodotto
16	ISerialNumber	1	Indice	Indice del descrittore di stringa del numero seriale
17	bNumConfigurations	1	Intero	Numero di configurazioni possibili

Tabella C *Descrittore del dispositivo*



Nota: Ricordarsi di non usare i pull-up e il regolatore interni se si usano quelli esterni

Figura 2 *Il modulo USB del PIC*

stato corrente della connessione. La seconda è composta da due endpoint di tipo *bulk*, uno di input e l'altro di output (considerato che un singolo endpoint è unidirezionale) ed è quella che trasmette i byte che verrebbero normalmente trasmessi con la porta RS-232.

La maggior parte delle procedure da modificare si trovano in user.c, e nello stesso file si trova anche la procedura ProcessIO che viene chiamata continuamente dal loop principale, per occuparsi dell'input/output. Le procedure fondamentali per la comunicazione sul bus sono:

- putrsUSBUSART e putsUSBUSART scrivono una stringa che termina con null, la prima dalla "program memory" e la seconda dalla "data memory".
- mUSBUSARTTXRom e mUSBUSARTTXRam scrivono una stringa di lunghezza nota, la prima dalla "program memory" e la seconda dalla "data memory".
- mUSBUSARTIsTxTrfReady ritorna 1 se il driver è pronto per trasmettere altri dati.
- getsUSBUSART legge una stringa di byte in un buffer e non aspetta se non ci sono dati disponibili.
- MCDCGetRxLength ritorna il numero di byte letti nell'ultima chiamata di getsUSBUSART.

Un possibile codice di esempio per eseguire i comandi ricevuti è riportato nel listato 1

Con il programma del listato 1 ad ogni comando viene assegnato un compito, che può essere la ricezione di dati in **input_buffer**, l'invio di dati su **output_buffer** o il cambiamento dello stato del PIC (per esempio dello stato delle porte). La dimensione di quest'ultimo array, solitamente di 64 byte, può essere estesa fino a 255 byte migliorando l'efficienza della trasmissione. I comandi implementati nel codice (tabella E) si occupano tra l'altro del controllo delle uscite PWM, dello scambio di dati su bus I2C e SPI e della conversione analogico-digitale.

I campi come *x* o *n* sono numeri interi compresi tra 0 e 255 e la massima lunghezza di un comando (compresi i dati) è 64 byte, eccetto dove specificato diversamente. Un esempio di comando accettato è "g 3, 129, 150, 10" che scrive 3 byte sul bus SPI.

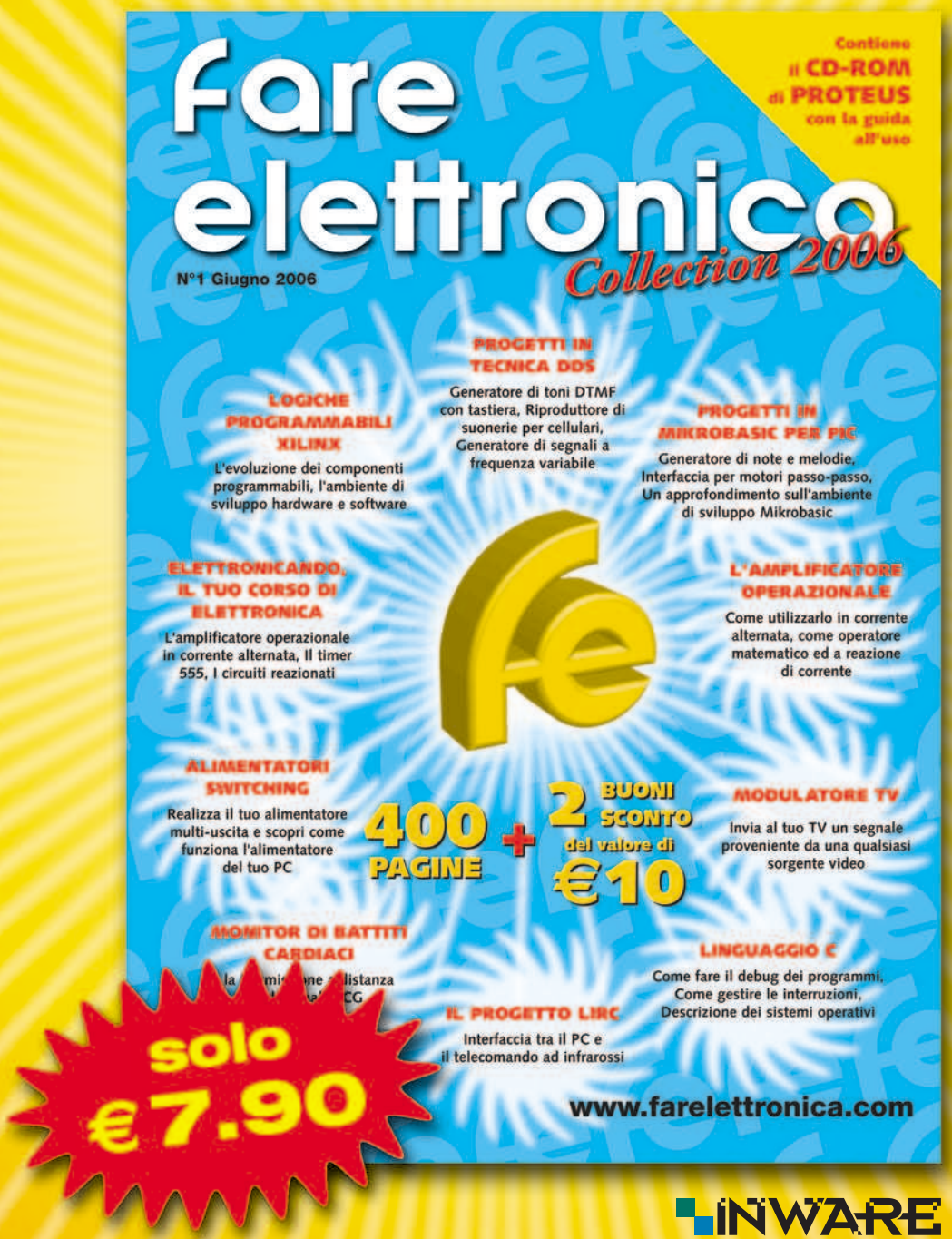
[Listato1]

```
Byte count;
char input_buffer[64];
char output_buffer[64];

rom char comandi[]={"0:lista comandi. 1:testa comunicazione. 2:Alterna LED1"};

if (getsUSBUSART(input_buffer,64)) {
      count=mCDCGetRxLength();

      switch(input_buffer[0]) {

      case 0:
             //invia la lista dei comandi supportati
             if (mUSBUSARTIsTxTrfReady())
             putrsUSBUSART(comandi);
      break;

      case 1:
             //invia il numero di byte ricevuti
             if (mUSBUSARTIsTxTrfReady()) {
                    output_buffer[0]=count;
                    mUSBUSARTTXRam((byte *)output_buffer,1);
             }
      break;

      case 2:
             //alterna l'accensione del LED1
             mLED_1_Toggle();
      break;

      default:
      break;
      }

}
```

IL CIRCUITO

Il circuito in figura 3 è piuttosto semplice in quanto molte delle funzioni utilizzate sono il integrate nel PIC.
Ne è un esempio il PLL con cui viene generata la frequenza di 48Mhz con un cristallo da 4Mhz.
Il regolatore interno che genera la tensione di 3.3V deve essere stabilizzato con un condensatore da almeno 220nF.
Il circuito può essere alimentato da una sorgente esterna (tra 7.5 e 10 V) che viene portata a 5V dal regolatore LM7805, oppure dal bus, la cui tensione può variare da 4.4V a 5.25V, rendendo la prima possibilità più interessante. Per scegliere l'alimentazione esterna è necessario inserire un jumper tra i pin 3 e 2 di JP2, mentre per l'alimentazione dal bus tra i pin 2 e 1. Altre combinazioni di JP2 dovranno essere evitate per non danneggiare il sistema. Per proteggere il circuito da involontarie inversioni della polarità dell'alimentazione esterna è stato inserito tra JP1 e IC3 il diodo Schottky D1.
L'amplificatore IC2 in configurazione di inseguitore di tensione ha lo scopo di diminuire l'impe-

A giugno in edicola



INWARE EDIZIONI

da NON PERDERE!!

denza di due dei segnali che arrivano al convertitore AD del PIC, evitando di alterare i segnali originali.
Nonostante l'MCP602 o MCP6022 (che ha caratteristiche migliori) siano amplificatori operazionali con gli output **Rail-to-Rail**, è consigliabile mantenere i segnali in ingresso lontani da GND e VCC, ma intorno a VCC/2, perché gli output non si avvicinano abbastanza alle linee di alimentazione (nel lesi veda nel datasheet il parametro *Maximum Output Voltage Swing*). Questo accorgimento farebbe però diminuire l'intervallo di tensione utile, per esempio tra 200µV e 4.8V, limitando il raggio d'azione del convertitore analogico-digitale. Una soluzione potrebbe essere quella di usare i riferimenti di voltaggio del convertitore Vref- e Vref+, impostandoli rispettivamente a 200 mV e 4.8V. In

Codice Comando	Campi	Byte inviati	Restrizioni	Descrizione
0	-	-		Chiede la lista dei comandi.
1	-	-		Ritorna un byte con lo stato di RA4,RA5 nei bit meno significativi.
2	x	1		Imposta con x lo stato di RB2-RB3, RB2 nel bit 0, RB3 nel bit 1.
3	-	-		Ritorna un byte con lo stato del pulsante SW1.
4	x1, x2, x3	1		Inizializza il periodo della PWM 1 e 2 con x1. Se x3 è maggiore di 0, x2 configura il timer.
5	-	-		Chiude PWM 1 e 2.
6	x	1		Setta il duty-cycle della PWM 1 con x.
7	x	1		Setta il duty-cycle della PWM 2 con x.
a	x1, x2	1	x2 compreso tra 0 e 255	Setta con x1 l'indirizzo del dispositivo I2C usato, e con x2 il ritardo.
b	x1, x2	2		Scrive i byte x1 e x2 sul bus I2C.
c	n, x1... xn	63	n compreso tra 1 e 62	Scrive gli n byte x1-xn sul bus I2C.
d	n	1	n compreso tra 1 e 64	Legge n byte dal bus I2C, e li ritorna.
f	x1, x2, x3, x4, x5	1		Inizializza il bus SPI con OpenSPI, se x1 è uguale a 1 CS va alto. Se x5 è maggiore di 0, x2,x3 e x4 settano sync_mode,bus_mode e smp_phase.
g	n, x1... xn	63	n compreso tra 1 e 62	Scrive gli n byte x1-xn sul bus SPI.
h	n, x1... xn	63	n compreso tra 1 e 62	Scrive gli n byte x1-xn sul bus SPI e legge un byte dal bus.
i	n	1	n compreso tra 1 e 64	Legge n byte dal bus SPI e li ritorna.
m	x1, x2, x3	3	x2 compreso tra 0 e 3	Imposta ADCON2 con x1, il canale di conversione AD con x2 e ADCON1 con x3.
n	x1, x2	2	x1 compreso tra 0 e 3	Esegue una conversione AD con le impostazioni correnti, e ritorna un numero a 10 bit. Se x2 è maggiore di 0, x1 è il canale.
o	-	-		Comando riservato per la conversione AD continua.

Tabella E *Comandi implementati*

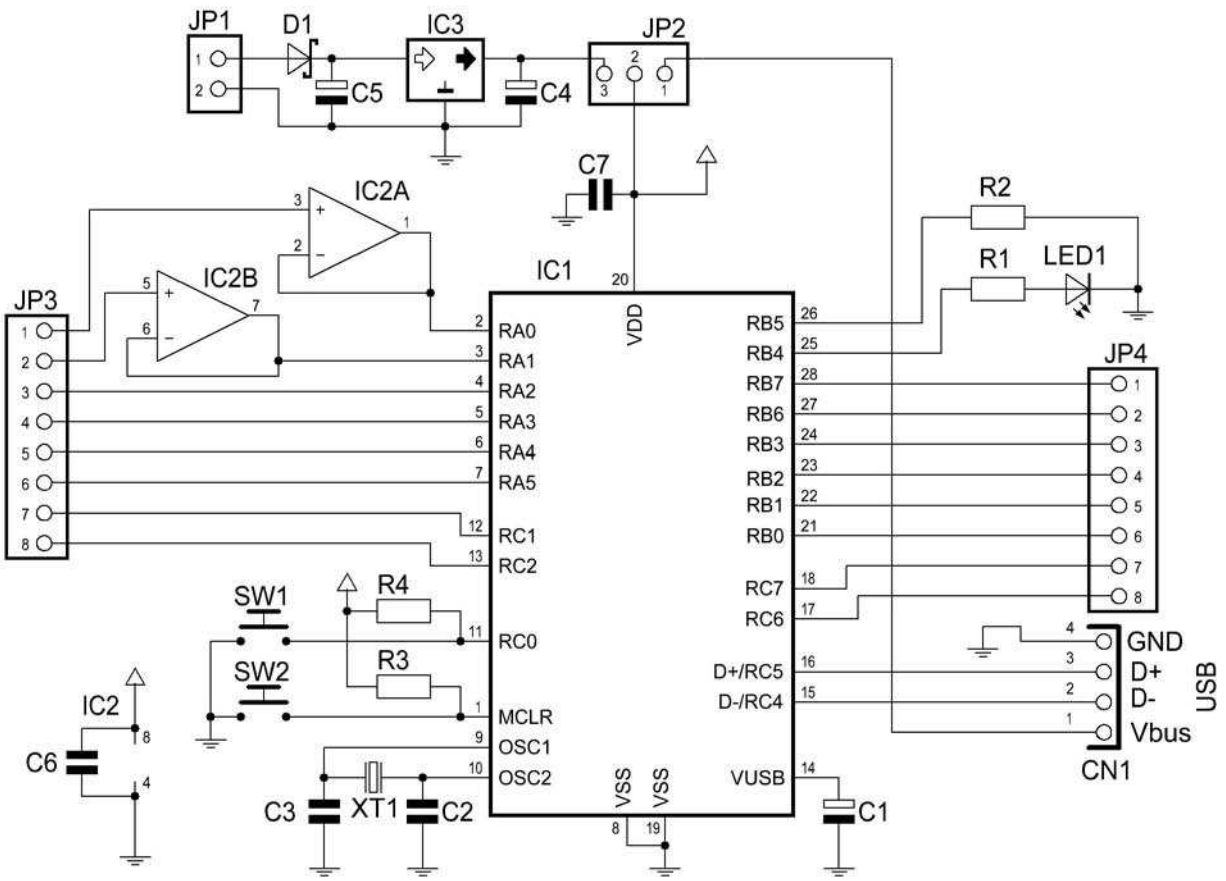


Figura 3 Schema elettrico

questo modo si otterrebbe un intervallo di tensione di 4.6V e con una risoluzione di 10 bit, un incremento di uno del codice digitale equivale a un incremento di 4.5mV del segnale analogico. Il LED 1 indica lo stato della connessione col bus e collegando il cavo USB e alimentando il circuito, il led deve lampeggiare.
Dei due pulsanti uno ha la funzione di reset per il PIC e l'altro è riservato a funzioni generiche che verranno implementate in futuro. La descrizione delle funzioni di ogni pin del PIC e dei connettori JP3 e JP4 è visibile in figura 6, in cui i pin sono raggruppati a seconda del loro compito in modo da facilitarne l'uso.

IL SOFTWARE DI CONTROLLO

Il software di controllo in figura 7, è stato sviluppato per il sistema operativo Windows, con la libreria **LibUSB-Win32** che fornisce i driver necessari per la comunicazione con i dispositivi USB. Il sistema, essendo compatibile con la classe CDC, avrebbe potuto usare i driver di Windows ***usbser.sys*** e ***ccport.sys***, ma questi

Elenco componenti	
R1	330 Ω 1/4 W
R2÷R4	10 KΩ 1/4 W
C1	470 nF elettrolitico
C2, C3	22 pF ceramico
C4, C5	10 µF elettrolitico
C6, C7	100 nF ceramico
IC1	PIC18F2550 o PIC18F2455
IC2	MCP602 o MCP6022
IC3	LM7805
D1	1N5817
LED1	LED rosso 3mm
XT1	Cristallo da 4 Mhz
SW1, SW2	Pulsante
JP1÷JP4	Strip contatti passo 100 mils
CN1	Connettore USB tipo B 90°

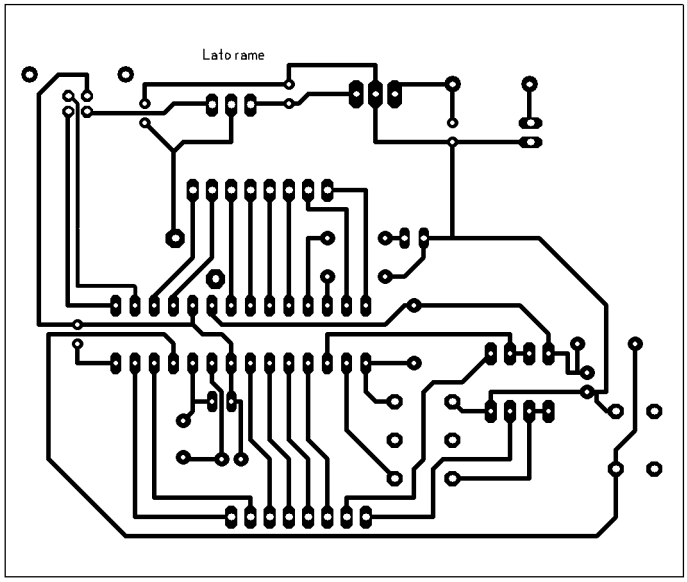


Figura 4 Circuito stampato in scala 1:1 (lato rame)

Figura 5 Piano di montaggio

avrebbero causato problemi di connessione nel caso in cui il dispositivo USB (considerato che supporta l'hot swap) venisse scollegato e ricollegato al computer. Oltre a rimediare a questo problema, la libreria LibUSB permette anche di accedere ai descrittori associati al dispositivo e di conoscere così le relative informazioni. Il file in cui si trovano i driver della libreria è **libusb-win32-filter-bin** scaricabile dal sito citato nei riferimenti.

Dopo aver collegato il dispositivo USB al computer e averlo alimentato, si può verificare se è stato rilevato correttamente dalla finestra **Dispositivi rilevati**, e iniziare la connessione.

Avvenuta la connessione, i comandi da inviare si possono scrivere nella casella di testo della finestra principale, comandi con cui si possono controllare tutte le funzioni messe a disposizione dall'hardware, eccetto la conversione analogico-digitale continua. Di questa se ne occupa un'altra finestra, riportata in figura 8, mediante la quale è possibile effettuare l'acquisizione del segnale analogico dal canale impostato precedentemente, vedere il segnale, salvarlo su un file o caricarlo.

Nella finestra principale si trovano anche due ***slider*** per impostare i valori della PWM 1 e 2 e un piccolo riquadro per visualizzare i segnali analogici acquisiti in realtime.

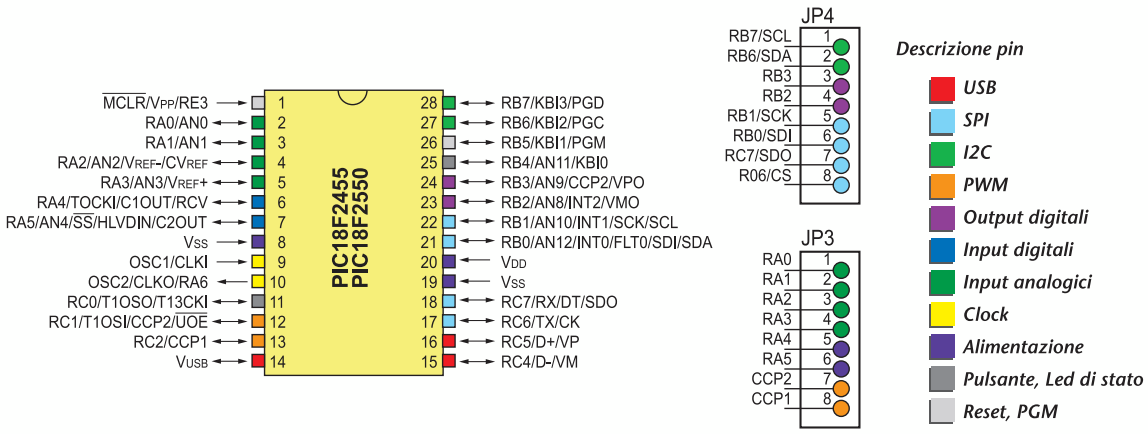


Figura 6 Descrizione dei pin del PIC e dei connettori

Figura 7 Finestra principale del software di controllo

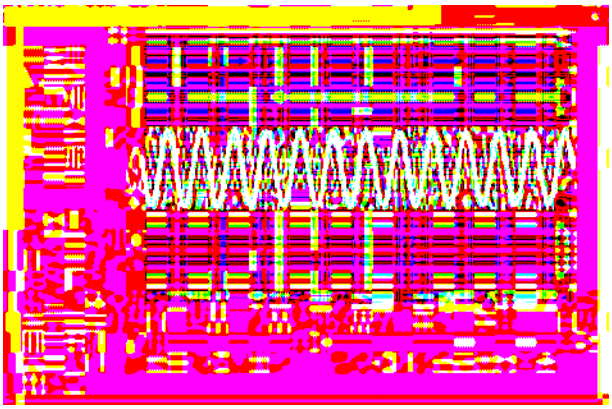


Figura 8 Finestra per l'acquisizione dei segnali analogici

SITI DI RIFERIMENTO

- *www.usb.org* - Sito ufficiale dello standard USB, qui si trovano tutte le specifiche.
- *www.microchip.com* - Sito della Microchip, cercare DS39632 per la datasheet del PIC18F2455/2550/4455/4550, l'application note AN956 e MPLAB C18.
- *http://libusb-win32.sourceforge.net* - Sito in cui si trova la libreria LibUSB-Win32.
- *www.lvr.com/usb.htm* - Sito dell'autore del libro "USB Complete" in cui si trovano informazioni su hardware e software USB.
- *www.sourcequest.com* - Sito del programma SourceUSB, strumento di analisi per intercettare le richieste di I/O USB relative ad un dispositivo.

CONCLUSIONE

Nel prossimo articolo verrà presentata una scheda di lettura e scrittura di memorie SD e MMC da collegarsi al presente sistema. Inoltre si parlerà del metodo di memorizzazione dei file, e del programma di gestione per PC.

Codice MIP252068

Prima parte
n° 252 - Giugno 2006
L'ambiente di sviluppo

Seconda parte
n° 253/254 - Luglio/Agosto 2006
Controllare le uscite del PIC

Terza parte
n° 255 - Settembre 2006
Gestione di pulsanti, tastiere e display LCD

MikroC: By Example:

Dopo il notevole successo riscosso dalla serie di articoli sul MikroBasic, vogliamo presentarvi, a partire da questa puntata, il MikroC: un ambiente di sviluppo, in ANSI C per PICmicro prodotto della MikroElektronika, simile al MikroBasic per semplicità di utilizzo ed efficienza. In questa puntata conosceremo gli strumenti messi a disposizione dal programma ed inizieremo ad usarlo con alcuni semplici esempi. Nelle prossime puntate utilizzeremo il MikroC per realizzare progetti sempre più complessi ed interessanti.

Quello che ci proponiamo di fare a partire da questa puntata è mostrare come realizzare una serie di interessanti applicazioni utilizzando i microcontrollori PIC ed il linguaggio C. L'ambiente di sviluppo che utilizzeremo sarà il MikroC v5.0, che inizieremo a conoscere in tutte le sue caratteristiche già dal prossimo paragrafo. Com'è noto il linguaggio C, al pari di altri linguaggi ad alto livello (Basic o Pascal), permette di scrivere programmi complessi in maniera semplice e veloce, però rispetto a questi produce un codice mediamente più compatto e veloce, simile a quello che si otterrebbe programmando in assembler. Il C quindi permette di sfruttare meglio le caratteristiche del microcontrollore, e di controllare più accuratamente il suo funzionamento e le sue periferiche.

Dal momento che su Fare Elettronica si è già parlato estesamente sia dei PIC che del linguaggio C, non dedicheremo molto spazio alla teoria, ma ci concentreremo soprattutto sugli aspetti pratici, sulle applicazioni e sugli esempi. Inizieremo con dei programmi molto semplici, per cui anche chi si fosse perso qualcosa, non dovrebbe avere alcun problema a seguirci (alla fine dell'articolo comunque verranno indicati alcuni riferimenti bibliografici per recuperare).

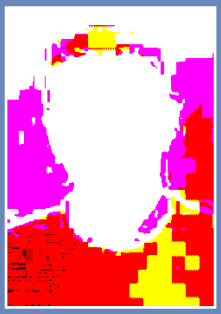
IL MIKROC

Il MikroC è un ambiente di sviluppo prodotto dalla Mikroelektronika, società jugoslava molto conosciuta per altri suoi prodotti di successo quali il MkroBasic o le schede di sviluppo EasyPIC. Il MikroC in particolare è un compilatore che è stato specificamente pensato per i microcontrollori PIC, ed è quindi in grado di gestire tutte le caratteristiche peculiari dei vari modelli e produrre codice ottimizzato per questi dispositivi. In realtà definirlo "compilatore C" è piuttosto restrittivo, dal momento che il MikroC integra anche una grande quantità di strumenti ausiliari, sia per la scrittura del codice, sia per soddisfare molte delle esigenze che sorgono quando si programmano sistemi a microcontrollore. Altro aspetto molto interessante è la presenza di una completa documentazione interattiva ed di una nutrita serie di funzioni di libreria pronte per essere utilizzate nelle applicazioni. Grazie a queste caratteristiche, utilizzando il MikroC è possibile scrivere applicazioni complesse in pochissimo tempo, come verrà mostrato in questa serie di articoli.
Nel prossimi paragrafi analizzeremo in dettaglio le principali caratteristiche dell'ambiente di sviluppo.

Il compilatore

Il MikroC comprende un compilatore ANSI C che implementa praticamente tutti gli aspetti

L'ambiente di sviluppo



di Antonio Di Stefano

standard del linguaggio, e che è stato appositamente pensato per i microcontrollori PIC (tutti i modelli della serie 12, 16 e 18). Il compilatore è in grado di generare dal codice C direttamente il codice oggetto (cioè i file .hex caricabili sul PIC) o anche codice assembler leggibile, ed eventualmente modificabile dall'utente.
Il compilatore supporta tutti i tipi di dati previsti dall'ANSI C, sia quelli interi che quelli floating point, utilizzando per questi ultimi un formato a 32 bit compatibile con lo standard IEEE-754. In quest'ultima versione è possibile richiamare le funzioni in maniera annidata e ricorsiva (nei limiti consentiti dallo stack del PIC). Per rendere più efficiente il codice generato, il MikroC applica una serie di ottimizzazione automatiche in fase di compilazione.
Oltre agli aspetti standard del linguaggio, il compilatore è dotato di alcune estensioni dedicate, utili per interagire con i PIC. Ad esempio è possibile gestire in maniera molto semplice le routine d'interruzione o la posizione delle variabili all'interno della memoria.

L'ambiente di sviluppo

La Figura 1 mostra un'immagine "panoramica" del ricco ambiente di sviluppo (IDE) offerto dal MikroC. Nonostante l'abbondanza di strumenti, scrivere e compilare un programma è molto semplice. L'area più grande visibile in figura è quella riservata alla scrittura del codice (**Code Editor**). Il codice scritto viene automaticamente "colorato" per distinguerne i diversi elementi (istruzioni, costanti, commenti, tipi, etc.). Questo facilita molto la lettura e la comprensione del codice, e può evidenziare la presenza di eventuali errori di scrittura. Esiste anche una funzione personalizzabile che corregge gli errori di digitazione direttamente mentre si scrive il testo (!). Altre funzioni utili sono quelle che permettono di commentare o de-commentare le sezioni di codice evidenziato, o di indentarlo.
Due strumenti utili mentre si scrive il codice sono il "**Code Assistant**", ed il "**Parameter Assistant**": due piccole finestre "pop-up" che servono a ricercare o a completare automaticamente il nome delle funzioni che si vuole richiamare, o i loro parametri, evitando di consultare continuamente la guida o altri punti del codice.
Sulla sinistra (Figura 2) si trova il "**Code Explorer**", dove vengono riassunti tutti gli elementi inseriti nel codice: funzioni, etichette, costanti, e variabili con il loro valore e ambito di visibilità. Cliccando su una qualsiasi delle voci verrà evidenziato nel codice la sua posizione. Questo risulta

Figura 1 L'ambiente di sviluppo MikroC

utilissimo sia per trovare velocemente gli elementi nel codice, sia per evitare errori nell'uso delle variabili globali, o con le ri-definizioni e l'inizializzazione delle variabili.
Il tab posto accanto, denominato **Qhelp**, mostra un elenco di tutte le funzioni di libreria integrate nel compilatore (sia quelle standard del C che le librerie per le funzioni avanzate). Cliccando su una delle voci si aprirà la guida in cui la funzione viene descritta in dettaglio, spesso anche con degli esempi di utilizzo.
Il piccolo riquadro sottostante riassume le proprietà del progetto corrente: il modello di PIC da utilizzare, la sua frequenza di lavoro (usata in fase di simulazione e per determinare il valore di alcune costanti), e l'elenco dei files che compongono il progetto.
In basso trova posto la finestra dei messaggi, in cui vengono visualizzati i risultati di compilazione e gli eventuali messaggi di errore. Nella stessa zona è presente un pratico convertitore di dati decimali / binari / esadecimali, chiamato "**Qconvertor**".

Figura 2 Il Code Explorer

I tool aggiuntivi

Come accennato prima, il MikroC offre una grande quantità di strumenti aggiuntivi oltre a quelli strettamente indispensabili per scrivere il codice e compilarlo. Questi tool possono aiutare moltissimo nella fase di creazione dei programmi e nei test, e risulta molto comodo averli integrati in un unico ambiente.
Un primo strumento legato al compilatore è quello che permette di analizzare il codice prodotto, in termini di occupazione di memoria (Fig. 3). E' possibile tenere sotto controllo l'occupazione della ROM (o Flash) e della RAM del PIC, lo spazio occupato dalle diverse funzioni del programma e la loro distribuzione in memoria. Analizzando questi dati è possibile in modo molto rapido capire come ottimizzare il codice dal punto di vista dell'occupazione di memoria.
Gli altri strumenti, dai più semplici a quelli più

Figura 3 Strumenti di analisi dell'occupazione di memoria

sofisticati, sono richiamabili dal menu **Tools**. Tra quelli più semplici abbiamo una sempre utile tabella ASCII ed un "editor" per caratteri a 7 segmenti (Fig. 4), che permette di disegnare il carattere voluto, ed ottenere il valore numerico corrispondente ai segmenti accesi e spenti. Tra gli strumenti più sofisticati spiccano l'**USART Terminal** (Fig. 5) che può essere utilizzato per comunicare via seriale (RS232) con un qualsiasi dispositivo o sistema esterno. E' possibile gestire la comunicazione impostando tutte le consuete opzioni, inviare i dati (digitandoli) e visualizzare in tempo reale quelli ricevuti dal dispositivo esterno. Esistono

Figura 4 Editor per display a 7 segmenti

Figura 5 L'USART Terminal

Figura 6 Editor per display grafici

anche altri tipi di terminali, che hanno un utilizzo simile, ma ambiti diversi: l'**HID Terminal**, usato per comunicare con dispositivi **USB HID** e che ingloba anche una funzione per la creazione dei descrittori USB (la classe HID è utilizzata da dispositivi come joysick, mouse o tastiere, ma è utilizzabile anche per trasmettere in maniera semplice dati ad un PC via USB); l'**UDP Terminal** permette di scambiare dati utilizzando una connessione di rete ed il protocollo UDP. L'**MMC Card Terminal** invece è utilizzato per leggere blocchi di dati da una memoria tipo Multimedia Card (MMC) o Secure Digital (SD). Come vedremo la presenza di questi strumenti è dovuta al fatto che il MikroC offre delle funzioni di libreria per interfacciarsi a questi tipi di dispositivi.
Tra gli altri tools meritano una segnalazione quello per creare immagini per display grafici (Fig. 6), che tra i display annovera anche il Nokia 3110, quello per gestire il **bootloader**, per la formattazione dei dati della EEPROM, e per la programmazione del micro via USB.

Le librerie

Uno degli aspetti più interessanti del MikroC è che comprende un grandissimo numero di librerie già pronte che implementano funzioni complesse. Sarebbe troppo lungo descriverle tutte, quindi qui ne daremo solo una veloce panoramica (le utilizzeremo comunque nelle prossime puntate). Chi desiderasse informazioni più dettagliate può consultare la documentazione del MikroC, che è scaricabile dal sito del produttore. Una prima classe di funzioni sono quelle per la gestione dell'hardware del PIC. In questa classe sono comprese funzioni per la gestione della UART (sia hardware che emulata via software), del generatore PWM e del convertitore Analogico/Digitale. Un'altra classe implementa algoritmi per la gestione di hardware esterno comune: tasti, display a LED, display LCD e display grafici, tastiere (a matrice o anche PS2), generazione di suoni, EEPROM seriali, Flash, etc. Un'altra classe ancora permette di gestire diversi tipi di interfacce e protocolli, anche molto complessi, quali SPI, I2C, RS485, CAN, Ethernet, memorie Compact Flash, e memorie MMC o SD (con il supporto del file system FAT).
Sono anche presenti delle librerie con funzioni

che facilitano la conversione tra tipi diversi (es. da numero float a stringa e viceversa), ed alcune operazioni trigonometriche.

Il debugger

Il MikroC comprende anche un *source code debugger* cioè un simulatore che permette di eseguire il codice creato sul PC, per capire se si comporta come voluto. Questo strumento è molto importante per eseguire un primo test del programma o di alcune sue routine. Il funzionamento è molto semplice: una volta compilato il programma, è possibile eseguirlo (anche in modalità passo-passo), ed osservare il suo comportamento. L'esecuzione del programma può essere seguita sia sulla finestra del codice, sia su delle finestre aggiuntive che mostrano il contenuto della RAM, quello dei registri interni e dello stack, e sulla finestra del "clock", che può essere usata per valutare il tempo di esecuzione delle routine. I valori della RAM e dei registri possono essere modificati dall'utente durante l'esecuzione, modificando quindi il comportamento del programma. Questo risulta indispensabile in alcuni casi, in quanto il debugger non simula in dettaglio il comportamento di alcuni dei circuiti interni del PIC, come ad esempio i timer, gli ADC, le interruzioni, etc. Per facilitare l'osservazione dei valori assunti in particolari punti del programma, si possono piazzare dei breakpoint, che interrompono momentaneamente l'esecuzione.

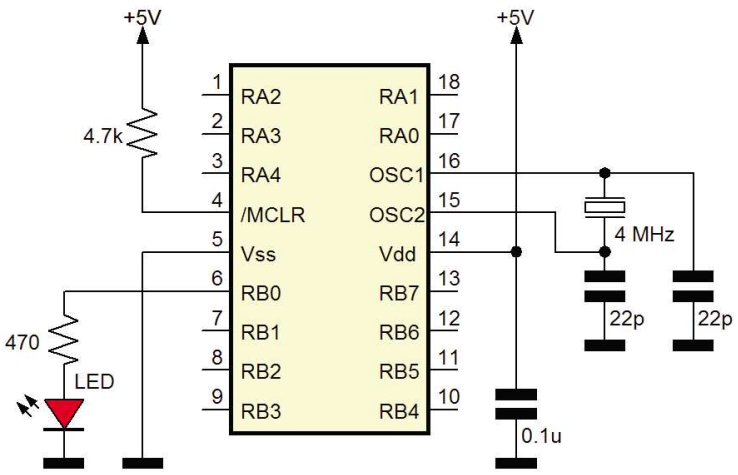


Figura 7 Schema usato per fare lampeggiare il LED

IL PRIMO PROGETTO

Per prendere confidenza con l'ambiente di sviluppo iniziamo con un progetto molto semplice, il classico "Hello world!" del mondo dei microcontrollori: faremo lampeggiare un LED. Il programma è molto semplice e si presta bene a essere usato come "cavia" per le prime sperimentazioni: una volta capito come fare lampeggiare un LED non è difficile creare pattern via via più complessi, iniziare a giocherellare con le altre periferiche, e creare programmi molto più vari ed interessanti. Lo schema elettrico che utilizzeremo è quello mostrato in Figura 7: il PIC è collegato nel modo usuale all'alimentazione, ad un quarzo da 4MHz, e sul primo piedino della porta B è stato collegato un LED con una resistenza per limitare la corrente.

Va notato che useremo un PIC 16F84, ma questo particolare potrebbe essere del tutto irrilevante: un programma scritto in C infatti, a differenza di uno scritto in assembler è praticamente indipendente dal microcontrollore usato! Se scriviamo bene il nostro codice, con piccole modifiche esso potrà funzionare non solo su diversi modelli di PIC, ma anche su diversi tipi di microcontrollori o processori (ad esempio AVR, 8051, ARM, etc.). Questo è uno dei maggiori vantaggi offerti dal C.

Per creare il nostro primo progetto iniziamo avviando il MikroC, e selezionando dal **menu Project** la voce **New Project**. Si aprirà la finestra visibile in Figura 8. Inseriamo il nome del progetto (in questo caso LEDBlink), il percorso in cui vogliamo salvare i file prodotti, una breve descrizione del progetto (in generale documentare i progetti è importante!). Scegliamo come dispositivo un PIC16F84 ed una frequenza di clock di 4MHz. Dalle opzioni sottostanti è possibile modificare i "fuses" del dispositivo, in questo caso usiamo il pulsante "Default" per selezionare quelli predefiniti (oscillatore HS, e Watchdog disabilitato). Dopo avere dato conferma, potremmo scrivere nell'apposita finestra il seguente codice:

Prossimamente troverai il

CD-ROM

allegato a

fare elettronica

in tutte le edicole

in OMAGGIO per gli abbonati

```
void main() {
  PORTB = 0;
  TRISB = 0;
  while(1) {
    PORTB = 1;
    Delay_ms(500);
    PORTB = 0;
    Delay_ms(500);
  }
}
```

Il codice non è scritto in modo molto elegante, però è utile per capire come funziona: la funzione **main** è quella che verrà eseguita all'avvio, all'inizio viene assegnato il valore 0 a PORTB (che indica il valore assunto dai piedini della porta B del PIC), e TRISB (che determina la direzione dei pin, 0 indica che sono stati configurati tutti come uscite). A questo punto inizia un ciclo infinito realizzato con l'istruzione **while**. Dentro al ciclo viene assegnato il valore 1 a PORTB, cioè viene portato alto il piedino RB0. Quindi viene richiamata una routine che genera un ritardo di 500ms (mezzo secondo), viene portato basso il piedino RB0, e vengono attesi altri 500ms, quindi il loop si ripete. A questo punto è utile una piccola spiegazione: per capire su quale piedino della porta B agiamo, dobbiamo considerare l'espressione binaria del numero che abbiamo utilizzato, ciascun bit rappresenta ordinatamente un piedino della porta. Se avessimo voluto accendere i pin RB0 ed RB1 assieme (valore binario 00000011), avremmo dovuto usare il valore decimale 3. Per facilitare questo tipo di operazioni il MikroC riconosce anche i numeri scritti direttamente in binario,

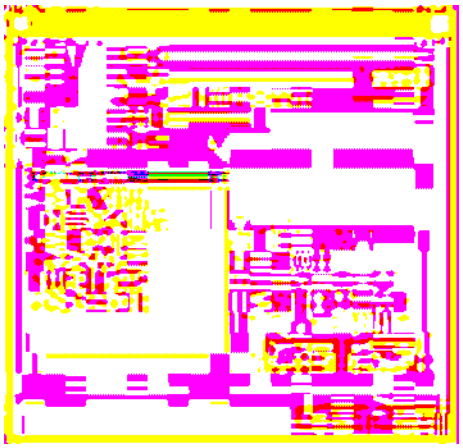


Figura 8 *Finestra per l'immissione dei dati del progetto*

basta farli precedere da "0b" (in questo caso ad esempio potremmo scrivere 0b00000011). È possibile anche usare il Qconvertor posto in basso per eseguire questo tipo di conversioni.
Una piccola nota importante: tutti i programmi che scriveremo saranno sempre racchiusi da, o termineranno con, un loop infinito (eventualmente vuoto).
Questo è necessario perché altrimenti, una volta terminata la funzione main, il programma si troverà in una condizione indefinita: potrebbe bloccare il microcontrollore, compiere delle azioni imprevedibili, o ripetersi in modo non corretto.
Chi conosce il C o ha già usato altri compilatori, avrà notato che non è stato necessario includere nessuna libreria: il MikroC infatti provvede automaticamente a includere le definizioni relative al PIC usato (come PORTB e TRISB), e diverse funzioni di libreria.
Per compilare il nostro programma, usiamo il pulsante **Build Project** (quello con gli ingranaggi in alto), o l'equivalente voce del menu **Project**. Il report di compilazione sarà visibile nella finestra in basso.
Se diamo un'occhiata alle statistiche sull'occupazione di memoria vediamo che il nostro programmino occupa 74 word nella Flash del PIC. Proviamo a scriverlo in un modo un po' più ottimizzato:

```
void main() {
  PORTB = 0;
  TRISB = 0;
  while(1) {
    PORTB = PORTB^0b00000001;
    Delay_ms(500);
  }
}
```

Per ottenere il comportamento "intermittente" abbiamo usato l'operatore XOR del C (l'accento circonflesso "^"). L'XOR ha l'effetto di invertire i bit della variabile in corrispondenza dei bit 1 indicati nell'operando, in questo caso quindi invertiamo solo il primo bit, quello corrispondente a RB0.
Alla seconda inversione, il bit torna come prima, ottenendo l'effetto intermittente. Il programma quindi funzionerà esattamente

come prima. Quanto occupa il nostro programma questa volta? Soltanto 42 word! Questo risultato è dovuto sia alla maggiore compattezza del programma, sia al fatto che Delay_ms è una macro, non una funzione, quindi prima veniva effettivamente copiata due volte nel programma!

E se volessimo far lampeggiare due led, uno su RB0 e l'altro su RB1, in modo alternato? (Schema in Figura 9). Ecco come modificare il programma:

```
void main() {
  PORTB = 0b00000010;
  TRISB = 0;
  while(1) {
    PORTB = PORTB^0b00000011;
    Delay_ms(500);
  }
}
```

Abbiamo modificato soltanto due parametri: il valore iniziale (all'inizio un LED sarà già acceso, l'altro spento), ed abbiamo fatto in modo che venissero invertiti entrambi i bit meno significativi.

Se vogliamo provare i nostri programmi con il debugger, possiamo richiamare la voce "**Start Debugger**" dal menu **Run**, ed usare le opzioni di step (stesso menù, oppure tasti F7 ed F8).
Se invece vogliamo provare il codice direttamente sul circuito vero e proprio, dopo la compilazione avremo a disposizione il file .hex da caricare nel PIC. Potremo usare lo stesso MikroC se stiamo usando una delle schede EasyPIC (il download avviene via USB!), oppure potremo usare un programma esterno qualsiasi (come il noto IC-Prog) ed il nostro programmatore preferito. I LED dovrebbero iniziare a lampeggiare immediatamente, come voluto.

RIFERIMENTI

- Il MikroC può essere scaricato dal sito Internet del produttore all'indirizzo: **www.mikroelektronika.co.yu**
- Maggiori informazioni sui PIC possono essere trovate sul corso "**PIC By Example**" pubblicato su Fare Elettronica (numeri da 157 a 176) e sul CD-ROM omonimo, o sul libro della serie "**Conoscere ed usare**" dal titolo "**PICmicro**" di Maurizio Del Corso e Tiziano Galizia, edito dalla Inware.
- Maggiori informazioni sul linguaggio C si possono trovare nella serie di articoli "**Vitamina C**" pubblicato su Fare Elettronica (numeri da 217 a 246), o sul CD-ROM omonimo, o sul libro della serie "**Conoscere ed usare**" dal titolo "**Il Linguaggio ANSI C**" di Antonio Di Stefano, edito dalla Inware Edizioni.
- Alcune spiegazioni più dettagliate sugli algoritmi e sui circuiti utilizzati in alcuni degli esempi (compresa la scheda EasyPIC) si possono trovare nel tutorial sul MikroBasic, pubblicato su Fare Elettronica (dal numero 238).

CONCLUSIONI

Nella prossima puntata considereremo degli esempi un po' più complessi, che partendo da quelli appena visti ne espanderanno molto le possibilità utilizzando istruzioni e costrutti più potenti, per gestire il flusso del programma e le temporizzazioni. Non mancate!

Codice MIP252080

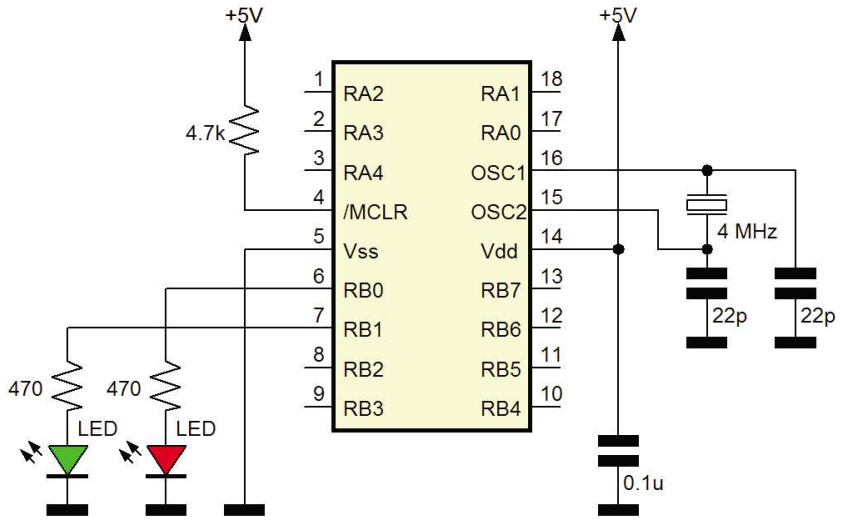


Figura 9 Schema per l'accensione di due LED alternati

Un bromografo

Una simpatica ed economica alternativa all'utilizzo di un bromografo tradizionale... ed i risultati sono eccellenti!

Chi non possiede un bromografo alzi la mano! Sfogliando le pagine di questo articolo in molti l'abbasseranno, poiché in casa certamente un bromografo c'è. Leggere per credere.

UN'IDEA ORIGINALE

Nel corso degli anni ho sempre cercato di raggiungere obbiettivi (anche complessi) nel modo più economico possibile. La necessità di possedere un nuovo bromografo in effetti è stata sempre in primo piano, dal momento che continuo ad utilizzare il metodo tradizionale per produrre circuiti stampati, anche di notevole complessità.
Ma poiché il mio carattere porta sempre a cercare nuove soluzioni, dopo alcuni tentativi ho trovato un metodo per produrre i PCB, utilizzando nientemeno un semplice monitor per computer!
Si, avete letto bene. Un monitor quale fonte di luce per impressionare la basetta fotosensibile per il suo successivo sviluppo. Benché la procedura presentata in queste pagine sia realmente molto semplice, i risultati sono di rilievo.

UNIFORMITÀ DI LUCE

Il vero segreto della buona riuscita di una basetta per i circuiti non sta tanto nel tempo di esposizione o nella distanza dalla fonte luminosa: il reale parametro da rispettare è quello della **uniformità della luce**.
Se utilizzate un bromografo dotato di 3 neon solamente, è molto probabile che la basetta non venga colpita dalla stessa quantità di luce nei vari punti. Cosicché, all'atto dello sviluppo, alcune parti risaltano più delle altre, rendendo l'intera procedura a rischio di insuccesso.
Basandomi su tale necessità ho cercato (e trovato) una fonte di luce che rispettasse questa caratteristica e, soprattutto, che fosse già disponibile.
Ebbene, il **monitor** di un normale computer (o in alternativa un televisore ...) soddisfa questi requisiti.
Personalmente in rete ho trovato molti progetti, anche brillanti, che risolvono egregiamente il problema della fotoincisione, idee che propongono, quale fonte luce, il sole, i neon speciali, le lampade o altro, ma sinceramente non ho mai riscontrato alcun sito che proponesse questa soluzione.

DI COSA SI TRATTA

La procedura è davvero assai semplice: occorre, al solito, predisporre un master su foglio trasparente, con piste nere molto contrastate. L'esposizione della basetta avviene proprio... davanti a un monitor da PC. Naturalmente dobbiamo rispettare due condizioni basilari:

1. Lo schermo deve essere bianco ed illuminato al massimo delle sue possibilità.
2. La basetta deve aderire perfettamente al vetro, sebbene la presenza di una leggera curvatura ostacoli tale richiesta.

Per il primo requisito basta aprire un qualsiasi programma di disegno o videoscrittura che presenti una maschera bianca e vuota. Per il secondo occorre un po' di destrezza, come riportato nel proseguo dell'articolo.

L'UNICO ASPETTO NEGATIVO

Non c'è rosa senza spine. Esiste, ahimè, un piccolo neo nell'intera procedura. Questo è rappresentato dal tempo di esposizione, che è molto elevato. La luminosità di un monitor

molto speciale

di Giovanni Di Maria

è infatti di gran lunga inferiore a quella di un comune tubo al neon.
In particolare, il tempo medio da rispettare, affinché la basetta risulti correttamente esposta e impressionata, è di circa **6 ore!**
Sicuramente il 90% dei lettori, leggendo tale parametro, avrà già girato pagina per passare al successivo articolo. Per i più fedeli diciamo invece che il metodo presenta alcune caratteristiche che rendono il prodotto finale degno del più costoso bromografo esistente in commercio.
Infatti la luce, essendo erogata a "fuoco lento", concorre a fornire il suo contributo in maniera molto dolce, inoltre, la perfetta uniformità di illuminazione garantisce al 100% l'ottima riuscita della basetta con risultati davvero professionali, permettendo altresì la creazione di piste molto sottili.
Ho provato ad incidere alcune piste spesse anche meno di mezzo millimetro con eccellenti risultati.

LO USO O NON LO USO?

Dopo aver metabolizzato lo shock riguardo il tempo occorrente per l'esposizione, possiamo affermare quanto segue: se lo sperimentatore non dispone di un bromografo ma ha un monitor in casa, non ha particolarmente fretta e vuole un risultato assolutamente **perfetto**, allora può utilizzare con pieno successo il metodo proposto in queste pagine.

CONDIZIONI PRELIMINARI

Naturalmente per la riuscita ottimale della procedura occorre seguire scrupolosamente ogni fase di lavoro e, soprattutto, che gli "ingredienti" utilizzati siano rispettati. In particolare:

- Il master trasparente deve essere molto contrastato, ciò significa che la zona stampata deve essere la più "nera" possibile e la zona libera deve essere assolutamente trasparente.
- Il master deve aderire perfettamente al monitor ed alla basetta, ma di questo ne parleremo più avanti.
- Il monitor deve visualizzare solo una schermata di colore bianco.
- La luminosità dello schermo deve essere regolata al massimo del suo livello.
- Non devono essere naturalmente in esecuzione "salva schermi" che possano ostacolare il processo di impressione.
- L'illuminazione deve durare almeno 6 ore.

AL LAVORO!

Bene, adesso che abbiamo indicato i punti più importanti, possiamo iniziare a collaudare il metodo, per poi verificarne i risultati finali.

Primo passo: creazione del master

Il primo passo da compiere è, naturalmente, quello della preparazione del master. Occorre predisporre allo scopo un foglio trasparente su cui si deve tracciare il circuito, in modo che questo sia ben contrastato con il resto dello spazio. Si può utilizzare tanto la stampante laser quanto quella a getto d'inchiostro. L'importante che

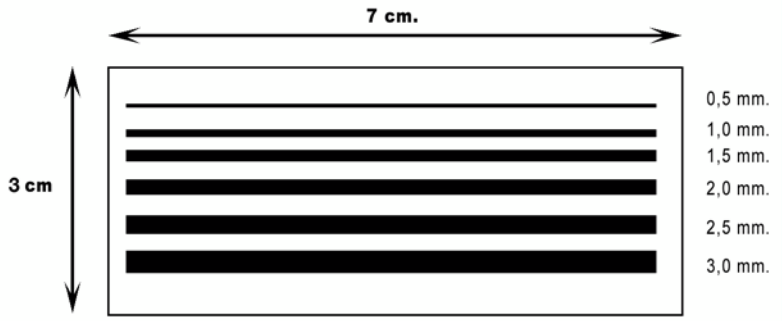


Figura 1 I master di prova (scala 1:1)

le piste siano nere e, soprattutto, non lascino passare alcuna luce. In alternativa si possono preparare due master identici e poi sovrapporli in maniera perfetta, allo scopo di aumentarne il contrasto e la relativa opacità. In figura 1 è raffigurato il master di prova indicante, tra l'altro, gli spessori delle relative piste.

Secondo passo: esposizione

Il secondo passo è quello più delicato ed importante. Si tratta dell'esposizione della basetta fotosensibile alla luce, quanto più uniforme possibile. Occorre a questo proposito togliere la carta protettiva che ricopre il rame fotosensibile e sottoporlo alla luce del monitor, intercalata dalla presenza del master stampato. In altre parole, il foglio trasparente deve trovarsi tra il vetro del monitor e la basetta dal lato rame. É indispensabile che questa sia a stretto contatto con il vetro del monitor e, soprattutto, che il master aderisca perfettamente al rame durante il tempo della procedura. A tale scopo le soluzioni possibili sono almeno tre:

- Utilizzare una speciale morsa auto-costruita per la perfetta aderenza della basetta (figure 2-5).
- Usare un vecchio monitor con il vetro rivolto verso l'alto e poggiare la basetta, pressata da alcuni pesi.

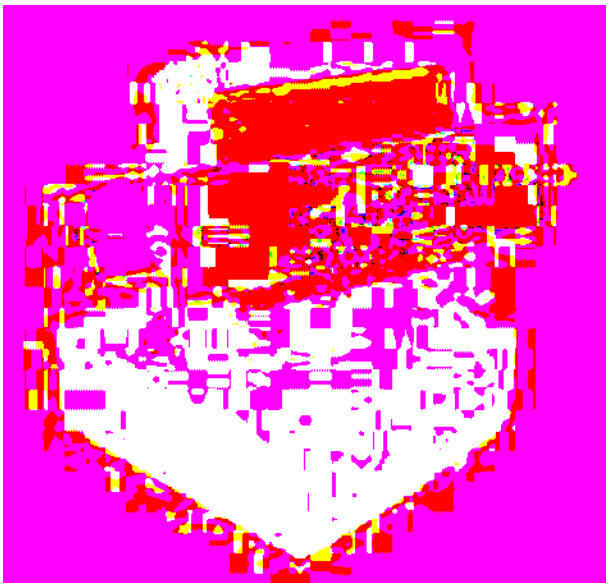


Figura 2 La speciale morsa in azione

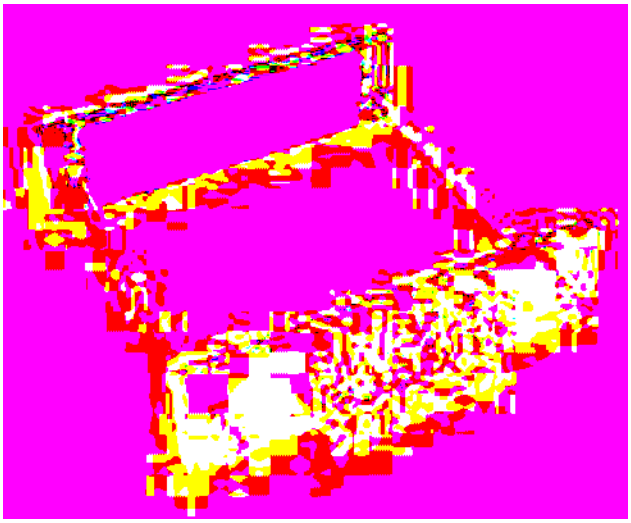


Figura 4 Particolare della morsa

Figura 3 La speciale morsa in azione

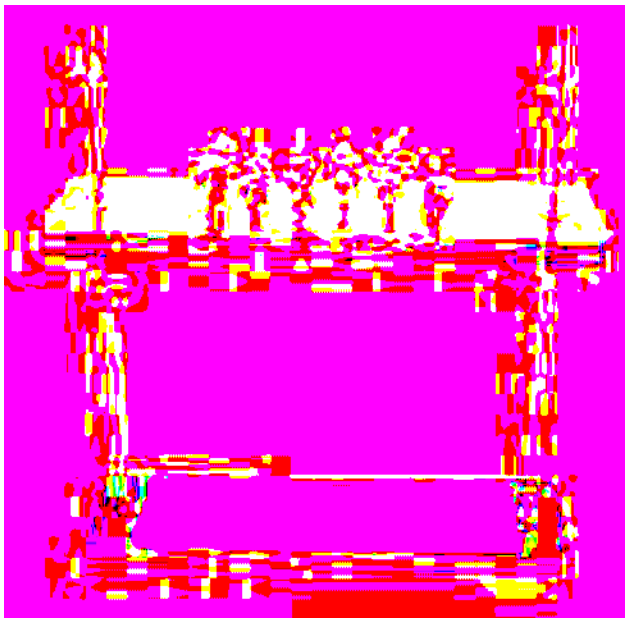


Figura 5 Particolare della morsa

- Adoperare una grossa fascia elastica in modo da tenere decisamente ferma ed aderente la basetta.

Nel primo caso occorre realizzare una speciale morsa, le cui misure potranno cambiare secondo le proprie esigenze. La funzione della morsa è proprio quella di tenere la basetta ben aderente al monitor, e ciò è possibile grazie alle numerose viti ad occhiello che "serrano", secondo i casi, il nuovo circuito stampato al vetro. Le figure 2 e 3 illustrano la morsa durante l'esposizione. Le figure 4 e 5 mostrano invece alcuni dettagli.

Nel secondo caso è sufficiente disporre il vecchio monitor in modo che la superficie di vetro sia rivolta verso l'alto. Basterà poi pressare la basetta con l'ausilio di alcuni pesi collocati al posto giusto (figura 6).

Nel terzo caso basta utilizzare una grossa fascia elastica in modo da tenere ben aderente la basetta. La figura 7 illustra chiaramente questo metodo.

Personalmente i migliori risultati li ho ottenuti utilizzando il primo metodo, anche se comunque il lettore potrà trovare quello più congeniale alle proprie esigenze.
Purtroppo, come detto prima, l'unico aspetto negativo del metodo è rappresentato dal tempo di esposizione, considerevolmente lungo. Infatti la procedura dovrebbe concludersi in circa 6 ore, nei quali il monitor del PC deve essere sempre acceso. Anche l'immagine dello stesso è importante, occorre infatti scegliere uno sfondo completamente bianco ed al massimo della sua luminosità. Basta aprire un qualsiasi programma di videoscrittura o di disegno per ottenere uno sfondo realmente bianco.
Al termine si potrà intravedere sulla basetta una immagine non molto distinta delle piste: è quella che si dice "immagine latente" che deve essere ancora sviluppata, come spiegato nel successivo paragrafo.

Terzo passo: sviluppo

Con lo sviluppo, la reale immagine del circuito stampato è resa totalmente visibile. Si tratta dello strato di *photoresist* che, non impressionato dalla luce, continua il suo lavoro di protezione sul rame. Al contrario il resto dello strato viene completamente rimosso.
In pratica occorre immergere la basetta in una soluzione di acqua tiepida (un litro) e un cucchiaino di soda caustica (usate dei guanti in gomma nel maneggiare la soda). Agitando la stessa si potrà osservare lo scioglimento graduale del *photoresist* in eccesso e la conseguente visualizzazione delle piste.
In figura 8 è riportata la basetta immediatamente dopo lo sviluppo. Si noti come siano ben visi-

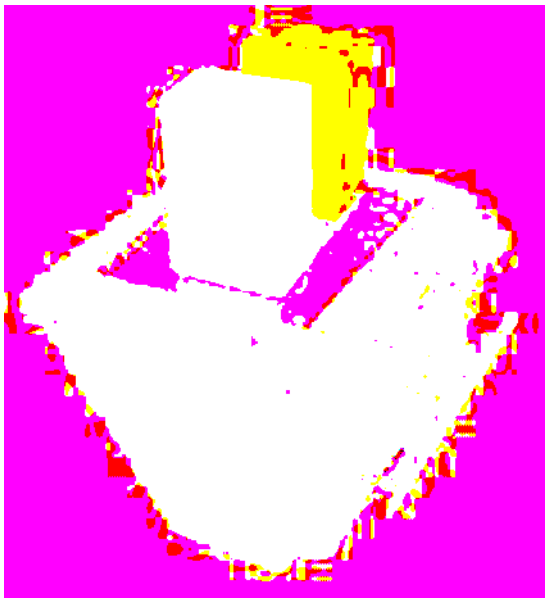


Figura 6 *La basetta in pressione sul monitor*

Figura 7 *La fascia elastica che regge la basetta*

bili ed equamente esposte le piste, comprese quelle di minime dimensioni.

Quarto passo: incisione

L'ultimo passo è quello della incisione, ossia della rimozione del rame in eccesso da parte di un agente chimico, quale il *percloruro ferrico*.
Non appena la basetta ha superato la fase dello sviluppo, la si può immergere nella soluzione leggermente tiepida, per accelerare enormemente il processo. Con un leggero movimento, il rame viene corroso ancora più velocemente.
In figura 9 possiamo vedere la basetta perfettamente incisa dal percloruro ferrico. Anche le piste strette sono molto nitide e senza interruzioni elettriche.

CONSIGLI E CONCLUSIONI

Come si è visto, il metodo proposto promette risultati stupefacenti, anche per il fatto che la luce impressiona la lastra molto lentamente, senza possibilità di sovraesposizioni.
Elenchiamo in conclusione alcuni punti sui quali il lettore può meditare e, soprattutto, sperimentare nuove soluzioni:

- La curvatura del monitor implica un'accurata flessione della basetta, che deve risultare perfettamente aderente ad esso.
- Con il metodo proposto, la luce è realmente diffusa ed omogenea in tutte le parti della basetta.
- I tempi di esposizione potrebbero sensibilmente cambiare da monitor a monitor; in ogni caso si consiglia di regolare la luminosità al massimo.
- Anche se i tempi di attesa potranno sembrare un po' lunghi, certamente vale la pena di attendere per ottenere dei risultati più che lusinghieri.
- Se si dispone di un monitor CRT a schermo piatto (flatron), il risultato sarà ancora migliore e la basetta può perfettamente aderire al vetro con molta facilità.
- Si può utilizzare anche un vecchio monitor in bianco e nero.
- Si "sconsiglia" del tutto l'utilizzo dei monitor piatti LCD TFT, poiché lo schermo plastico può essere facilmente soggetto a graffiature permanenti.

Il fallimento del processo di fotoincisione (utilizzando i normali bromografi) non è sempre da addebitare alla scarsa qualità delle basette o alle errate percentuali quantitative dei prodotti utilizzati. La maggior parte delle volte la colpa è da attribuire semplicemente alla mancata uniformità della luce che colpisce la piastra ramata.
Con il sistema proposto in queste pagine si elimina tale problema, ed è garantita in ogni caso la distribuzione omogenea della luce. Non è detto infine che si debba utilizzare sempre questo metodo, ma sapere che esso può costituire un'utile alternativa è sicuramente un aspetto da tenere in considerazione.
É sempre conveniente infatti conoscere tante soluzioni e utilizzare quella che più ci aggrada e ci soddisfa, considerando che questo procedimento costituisce un'alternativa d'emergenza da adottare in caso di bisogno.
Buona fotoincisione a tutti!

Figura 8 La basetta dopo lo sviluppo

Figura 9 La basetta dopo la sua incisione

Codice MIP 252088

PRODOTTI INWARE EDIZIONI 2006

Display LCD

Questo libro di successo (oltre 2000 copie vendute) rappresenta una delle migliori guide all'utilizzo dei moduli alfanumerici basati sul controller HD44780, moduli grafici con controller KS0108 e non solo. Il testo tratta anche i display LED a sette segmenti e i display LCD passivi. Numerosi gli esempi pratici di impiego dei vari dispositivi: dal contatore a 7 segmenti al termometro LCD fino al pilotaggio dei moduli alfanumerici mediante PICmicro e PC.

COD. FE-06 **€ 16,50**

PICmicro™

La lettura di questo libro è consigliata per conoscere a fondo i PICmicro seguendo un percorso estremamente pratico e stimolante. Il testo descrive l'uso di MPLAB®, e descrive, in maniera approfondita, tutte le istruzioni assembler e molte delle direttive del compilatore. Al testo è allegato un utilissimo CDROM che, oltre ai sorgenti e gli schemi dei progetti presentati nel testo, contiene moltissimi programmi di utilità e molta documentazione.

COD. FE-18 **€ 29,00 (con CD-ROM)**

Linguaggio ANSI C

Questo nuovissimo libro descrive le tecniche, gli accorgimenti migliori per sfruttare gli aspetti di "alto e basso livello" del C, entrambi fondamentali quando si vuole sviluppare del *firmware* per sistemi dotati di risorse limitate. Il testo è particolarmente indicato sia a chi ha già esperienza nella programmazione in *assembler* di sistemi a microcontrollore ed intende iniziare ad utilizzare il linguaggio C, sia per chi conosce già il C e vuole avvicinarsi alla programmazione dei sistemi *embedded*.

COD. FE-25 **€ 24,90**

BASIC per PIC

Di prossima pubblicazione

Un volume indispensabile sia per chi si avvicina alla programmazione dei PIC utilizzando il linguaggio Basic, sia per chi intende affinare le proprie tecniche di programmazione. Una guida alla programmazione embedded utilizzando MikroBASIC, uno dei più completi compilatori per PIC dotato di ambiente IDE e moltissime funzioni di libreria. La trattazione vi guiderà dalla semplice accensione di un LED alla gestione di motori in PWM, alla lettura e scrittura di memorie I2C, alla generazione di suoni seguendo un percorso semplice e ricchissimo di esempi pratici.

Di prossima pubblicazione

Annate 2003/2004/2005

33 Uscite di Fare Elettronica in 3 CD-ROM!

Le annate complete in formato PDF. Potrai sfogliare comodamente tutte le riviste e stampare (senza perdere in qualità) gli articoli di tuo interesse. Ogni CD-ROM contiene anche software, codice sorgente, circuiti stampati e tutto il materiale necessario per la realizzazione dei progetti proposti.

- Acquistali singolarmente a **€ 30,00 cad.**
- Acquista i 3 CD al prezzo scontato di € 48,00 **con un risparmio di ben € 42,00!**

PIC® Microcontroller By Example

Il corso completo PIC® Microcontroller By Example in formato PDF

Tutte le lezioni pronte per la consultazione con i sorgenti dei progetti immediatamente utilizzabili nelle tue applicazioni. Il modo migliore per avere sempre sottomano la soluzione per il tuo progetto con i **PICmicro®**. Il **CD-ROM PIC® Microcontroller By Example** contiene una sezione "Contenuti speciali" tutta da scoprire.

COD. **FE-PBE € 15,90**

Tutto sulle Smartcard

La raccolta completa degli articoli sulle Smartcard in formato PDF

Gli articoli, i progetti e i download relativi agli articoli sulle Smartcard in un unico CD-ROM pronto da consultare ed utilizzare. Contiene i progetti completi del lettore di smartcard **UniReader** e del **SimCopier** per duplicare il contenuto della rubrica della vostra Sim card.

COD. **FE-SMARTCARD € 15,90**

Codice MIR 252093

Ordinali subito su www.farelettronica.com oppure telefona al numero 02.66504755

Seconda parte
n° 251 - Maggio 2006
La conversione CC-AC

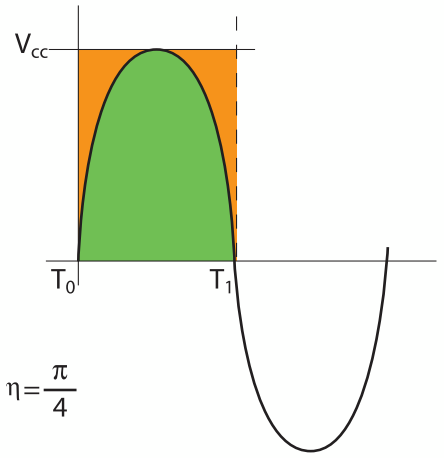
Terza parte
n° 252 - Giugno 2006
La modulazione PWM

Quarta parte
n° 253/254 - Luglio/Agosto 2006
Progetto di un UPS Step-Wave

UPS By Example

Nelle puntate precedenti è stato illustrato come alimentare un carico con un'onda step-wave generata da una configurazione push-pull. Non tutti gli utilizzatori supportano però questo tipo di alimentazione, in questi casi si deve disporre di una sinusoide simile a quella di rete. Ecco come fare.

Come abbiamo visto nelle puntate precedenti la via più semplice, per ottenere una corrente alternata a partire da quella continua, è di porre in conduzione i dispositivi di potenza per un certo lasso di tempo (turn-on), intervallando la chiusura degli stessi con un periodo in cui nessuno dei due dispositivi è attivo (dead time); questo è vero soprattutto per la configurazione push-pull (che abbiamo utilizzato negli esempi pratici) ma costituisce un criterio valido anche per altre configurazioni. Dato che però non sempre una forma d'onda step-wave (o parzializzata) è utilizzabile per tutti i tipi di utilizzatori si deve per forza disporre di una forma d'onda sinusoidale uguale a quella di rete in modo da non creare problemi a tutte quelle apparecchiature progettate e costruite per funzionare in regime sinusoidale. In questa puntata, dopo alcune considerazioni quantitative, affronteremo la questione tecnica e, con un semplice esperimento, vedremo come ottenere una sinusoide (non di potenza) del tutto simile a una sinusoide utilizzata come forma d'onda modulante.
L'acronimo sta per Pulse Width Modulation, cioè modulazione della lunghezza dell'impulso. Questo vuol dire che la lunghezza di impulso - o durata dell'impulso – determina la tensione efficace di un impulso di ampiezza fissa e durata appunto variabile secondo il valore istantaneo della forma d'onda modulante. In questo modo si ottiene una perfetta linearità tra valore della tensione e durata dell'impulso, con il vantaggio che i dispositivi di potenza funzionano in regime di commutazione. Dato che questi possono assumere solo lo stato di interdizione (Turn off) o di saturazione (Turn on) la potenza dissipata è rappresentata praticamente solo dalle perdite di conduzione dei dispositivi impiegati (V_{CEsat} per i BJT e IGBT, R_{DSon} per i mosfet), dal tempo di attraversamento della regione attiva (sostanzialmente il tempo di commutazione), oltre alla potenza necessaria per il pilotaggio dei dispositivi stessi, che nel caso di IGBT e mosfet è, dal punto di vista del bilancio energetico, assai modesta e, tutto sommato, trascurabile.
Per quanto detto lo scopo della modulazione PWM è quello di ricostruire la forma d'onda modulante (che nel caso di inverter o UPS è una sinusoide a frequenza ed ampiezza fissa)



BILANCIO ENERGETICO DI UN AMPLIFICATORE LINEARE

Figura 1 *Sinusoide ottenuta da uno stadio di potenza in Classe B*

La modulazione PWM

di Massimo Di Marco

senza che si verifichino perdite consistenti di energia. Vediamo di spiegare meglio; supponiamo di voler ottenere una tensione sinusoidale a partire da una tensione continua (Vcc). Utilizzando tecniche lineari si potrebbe realizzare uno stadio di potenza in classe B alimentato da una tensione specifica e pilotato in maniera adeguata tale che la sinusoide in uscita risulti della massima ampiezza indistorta; otterremmo il risultato di figura 1.

Come è facile vedere il rendimento è condizionato dal fatto che la potenza trasferita al carico è rappresentata dal prodotto di due grandezze sinusoidali (tensione e corrente efficaci) mentre la potenza erogata dal generatore avviene a tensione fissa (Vcc) e corrente sinusoidale. Dal punto di vista analitico, supponendo che il valore di picco della tensione sia uguale alla tensione di alimentazione (sfruttando cioè tutta la retta di carico) e che le perdite dei dispositivi di potenza siano nulle, la potenza erogata dal generatore è data dal prodotto tra la tensione costante e la corrente media sinusoidale. Dato che il valor medio della sinusoide è:

$$I_m = 2I_p/\pi$$

La potenza erogata dal generatore vale:

$$P_g = V_{cc}\ I_m = V_{cc}\ 2I_p/\pi$$

La potenza erogata al carico è data dalla relazione:

$$P = V_{eff}\ I_{eff} = V_{cc}\ I_p\ /2$$

Il rendimento si calcola allora come il rapporto tra le due potenze:

$$\eta = P/\ P_g = \pi/4 = 0{,}785 = 78{,}5\%$$

da queste relazioni vediamo che il rendimento massimo è lontano dal valore unitario e, in realtà, diminuisce ulteriormente a causa di fattori quali:

- Le perdite dovute ai dispositivi di potenza che si traducono nel riscaldamento e conseguente dissipazione di calore degli stessi.
- L'impossibilità pratica di funzionare alla massima ampiezza ammissibile, cioè con valore di picco uguale alla Vcc.
- Necessità di polarizzare i dispositivi di potenza per evitare l'insorgere della distorsione di incrocio con conseguente ed ulteriore spreco di energia.

Ciò fa si che in realtà il rendimento si aggira nel migliore dei casi a circa il 60%. Considerando che le potenze che gli UPS devono fornire ai normali utilizzatori civili vanno dai 300 ai 5000 Watt (per restare in un ambito Office Automation) un rendimento inferiore al 70% è tale da limitare le applicazioni lineari a apparecchiature di potenza molto bassa e dove la semplicità circuitale è irrinunciabile.
La modulazione PWM risolve in gran parte le limitazioni intrinseche delle tecniche lineari in quanto questa fa si che il periodo di conduzione dei dispositivi di potenza è molto più breve poiché la frequenza, diciamo così, portante è di diversi ordini di grandezza più elevata della 50 Hz che ci proponiamo di ottenere.
Dato il carattere pratico di questa serie di articoli al quale non siamo disposti a rinunciare passiamo ad uno schema applicativo finalizzato alla sperimentazione; vediamo insieme la figura 2. Lo schema elettrico ricalca quello dell'inverter proposto la scorsa puntata ma vi sono alcune importanti differenze.
La prima è che la frequenza di oscillazione del PWM, e quindi il dente di sega presente sul

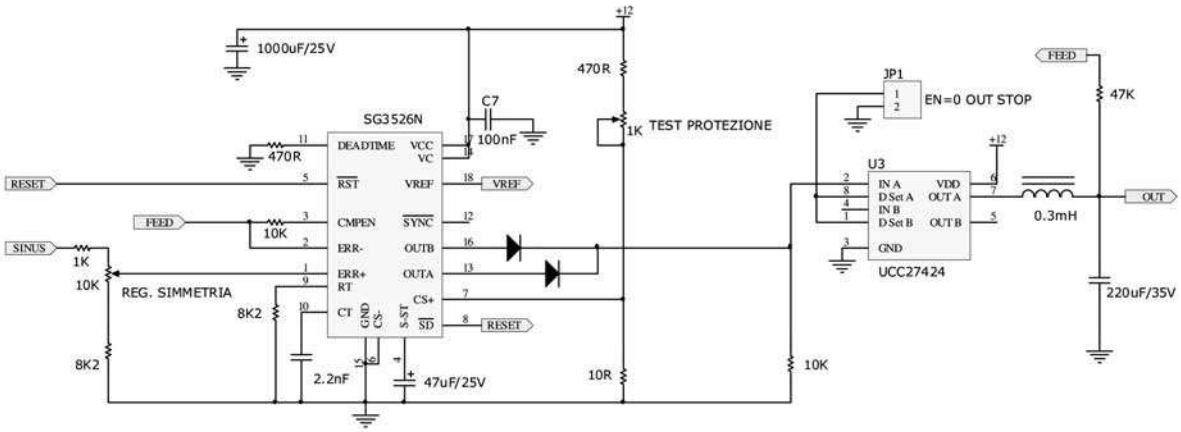


Figura 2 Circuito sperimentale utilizzato per la modulazione in PWM della sinusoide a 50 Hz

piedino 10 dell'IC 3526, non è direttamente correlata con la frequenza d'uscita dell'inverter ma assume adesso un valore molto superiore che, con i valori specificati in figura 2 relativi a C_T e R_T , si aggira attorno ai 70 KHz. Quando tale frequenza non è in alcun modo correlata con la frequenza modulante, come in questo caso, l'oscillatore del PWM modulator procede, come si suol dire, in *free running*, cosa che non comporta alcun problema pratico data la grande differenza tra le due frequenze. Non è ovviamente necessario disporre di un trimmer per la regolazione fine della frequenza e quindi è stato abolito e sostituito con un resistore da 8,2kΩ.

Per ottenere un'ampiezza più elevata possibile le due uscite del PWM modulator sono state sommate mediante due diodi in modo tale che l'impulso risultante può raggiungere un *duty cicle* prossimo al 90% e limitato dall'apposito resistore di *dead time* collegato al pin 11. Se le uscite non si connettono in questo modo e si preleva il segnale modulato solo da una di queste il *duty cicle* raggiunge al massimo un valore prossimo al 50% -con le solite limitazioni- e l'ampiezza del segnale risultante filtrato risulta dimezzata. Dopo il gate driver è posto il filtro vero e proprio realizzato con una semplice cella LC asimmetrica riferita a massa; caricando opportunamente l'uscita del filtro si potrà osservare una sinusoide pressoché indistorta e con una ampiezza di circa 10 volt picco-picco, alimentando il tutto a 12 volt. Spingendo l'uscita oltre questo valore la sinusoide viene tagliata e la distorsione cresce rapidamente (figura 6). La limitazione in ampiezza è essenzialmente dovuta a due fattori: il primo e più importante, per la limitazione del *duty cicle*, che è bene non spingere mai a valori prossimi al 100%, l'altro dalla tensione di saturazione (in questo caso del *gate driver*) dovuta alla R_{DSon} intrinseca del dispositivo di potenza.

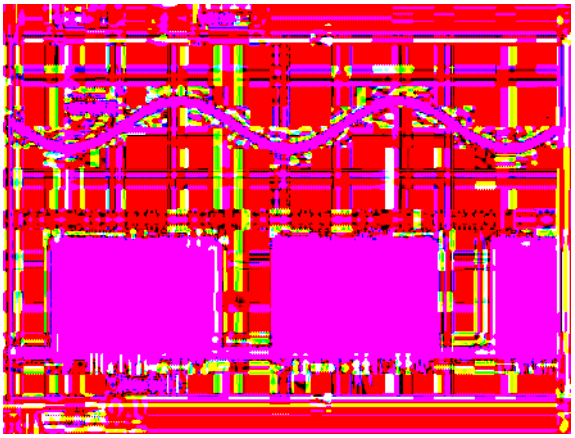


Figura 3 Sinusoide modulante (traccia superiore) uscita del PWM (traccia inferiore)

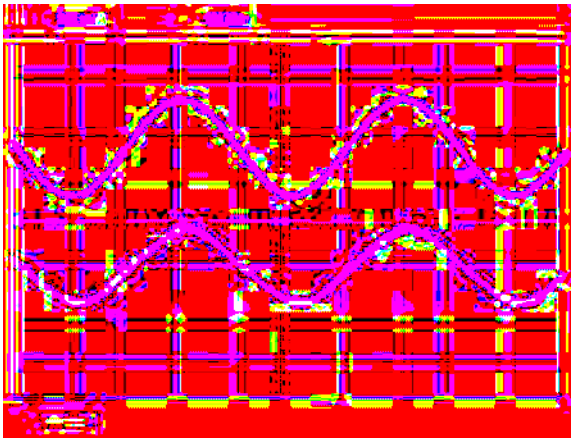


Figura 4 Stessa sinusoide con uscita filtrata

COMPUTER & RADIO FEST® AMATORE

Organizzazione fiere mostre e mercati

Ti aspettiamo alla prossima edizione

Della fiera dell'elettronica & del radioamatore di Cerea (Verona)

26-27 AGOSTO 2006

ORARIO AL PUBBLICO:
09.00 - 18.00

prevendita biglietti dalle ore 08.00

Informazioni: 337 676719
E-mail: info@compendiofiere.it

Intero € 6,00 ridotto € 4,00

MOSTRA MERCATO

- RADIANTISMO
- ELETTRONICA
- COMPUTER
- EDITORIA
- TELEFONIA
- TV-SATELLITARE
- HOBBISTICA
- RADIO D'EPOCA

Comune di Cerea

Codice MIP 252097

Come simulare un carico a 230 V

Quando si deve collaudare un inverter o un UPS si pone il problema di caricare l'uscita a 220/230 Volt in maniera sicura e graduale. La soluzione più semplice è quella di montare su una tavola di legno, o altro materiale isolante, un certo numero di lampadine, ad esempio da 40W ciascuna, parallelabili mediante interruttori. Il risultato è quello di figura 10, dove 10 lampade a filamento da 40 W ciascuna vengono inserite individualmente in modo da arrivare ad un massimo di 400 W (a passi di 40 W) quando sono tutte collegate ai morsetti. Il sistema risulta però un po' macchinoso poiché non c'è modo di inserire un carico superiore senza chiudere un numero equivalente di interruttori.

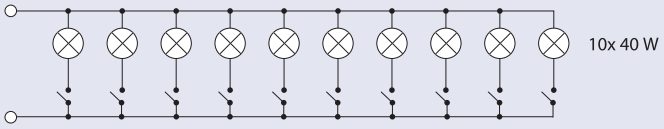
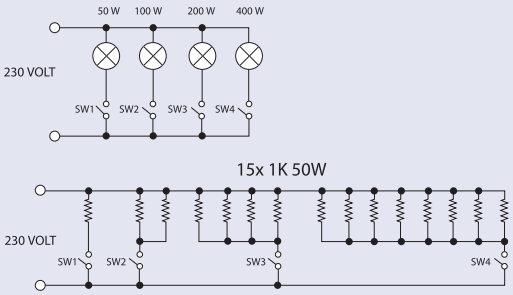


Figura 10 *Carico costituito da comuni lampade a filamento*

Un altro sistema molto più interessante è rappresentato dai carichi pesati secondo un procedimento del tutto simile a quello del codice binario 8421. Vediamo di comprendere meglio la questione; se voglio disporre di un carico minimo di 50W e che cresce a passi di 50 W possiamo utilizzare 4 lampade (o resistori di potenza) da 50, 100, 200, 400 W e inserirle alla linea del carico mediante il codice binario, come visibile nella figura 11.



SW4	SW3	SW2	SW1	POTENZA W
OFF	OFF	OFF	OFF	0
OFF	OFF	OFF	ON	50
OFF	OFF	ON	OFF	100
OFF	OFF	ON	ON	150
OFF	ON	OFF	OFF	200
OFF	ON	OFF	ON	250
OFF	ON	ON	OFF	300
OFF	ON	ON	ON	350
ON	OFF	OFF	OFF	400
ON	OFF	OFF	ON	450
ON	OFF	ON	OFF	500
ON	OFF	ON	ON	550
ON	ON	OFF	OFF	600
ON	ON	OFF	ON	650
ON	ON	ON	OFF	700
ON	ON	ON	ON	750

Figura 11 *Carico a resistori pesati*

Il procedimento mi sembra del tutto chiaro ed evidente. In questo modo anziché impiegare un numero consistente di interruttori e lampade (o resistori) con soli 4 interruttori e lo stesso numero di lampade otteniamo un risultato senz'altro più funzionale e pratico. L'unica complicazione che il sistema a lampade comporta è che, quando il filamento al tungsteno è freddo (all'accensione), presenta una resistenza più bassa e sovraccarica per un breve istante l'inverter; inoltre la luce emessa durante le prove può dare molto fastidio per cui è consigliabile optare per un carico a resistori dove tutta l'energia viene trasformata in calore. Viene dunque proposto un carico a resistori, peraltro tutti dello stesso valore di 1KΩ(2). Se decidete di realizzare il carico a resistori vi consiglio di utilizzare resistori del tipo blindato da 50W (meglio se 100W ma costano decisamente di più) facilmente e saldamente fissabili sul dissipatore (che deve essere abbondante, con 750 W complessivi ci fate una stufa!). Inoltre, se avete un po' di pazienza, potete sostituire gli interruttori con dei relé a 12 Volt che potete pilotare con un contatore binario a 4 bit della serie 4000 oppure direttamente con dei Contraves (a codice binario) da pannello. Se poi ci mettete anche un voltmetro e un amperometro otterrete un valido strumento di laboratorio che, vi assicuro, è insostituibile per chi lavora con Inverter ed UPS.

(2) Con questo valore resistivo l'esatta corrispondenza della potenza nominale con i valori resistivi dati si ottiene a 223,6 Volt efficaci, come si può facilmente dedurre dalla formula:

$P = V^2 / R \qquad 50 = V^2 / 1000 \qquad$ *da cui* $\qquad V = \sqrt{50000} = 223.6$

A 220 volt eff. si ottiene $P = 48400 / 1000 = 48{,}4$ *W e così via.*

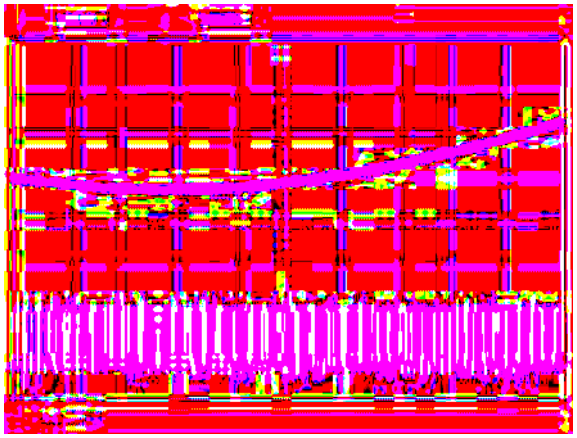


Figura 5 *Stessi segnali della figura 3 ma con base dei tempi molto espansa; in tal modo si cominciano a vedere gli impulsi di diversa durata*

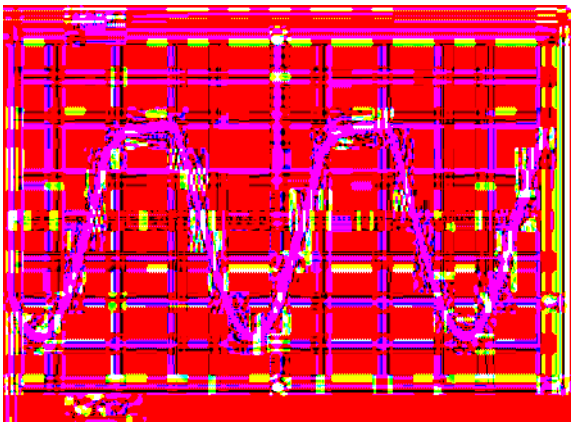


Figura 6 *Sinusoide con una evidente distorsione (Clipping). Ciò su verifica quando la durata degli impulsi raggiunge prematuramente il valore massimo consentito*

Scollegando uno dei due diodi relativi alle uscite l'ampiezza tenderà a dimezzarsi, ampiezza che può essere regolata o agendo sulla retroazione (resistore di feed) oppure sull'ampiezza del segnale d'ingresso.

Vi è inoltre un motivo molto importante che impone di non regolare al massimo l'ampiezza della sinusoide negli inverter o negli UPS che utilizzano questa tecnica; infatti, qualunque sia la potenza erogabile, la resistenza interna di un generatore in PWM sarà sempre non trascurabile e quindi l'ampiezza risulterà variabile a seconda della corrente richiesta. Dato che stiamo parlando di un sistema ad anello chiuso, la retroazione provvederà ad innalzare l'ampiezza della sinusoide in modo tale da compensare la caduta di tensione; se il PWM lavora già al massimo questa regolazione non sarà più possibile e la sinusoide tenderà a distorcere fortemente anche in funzione della reattività (induttiva o capacitiva, in ogni caso sfasante) del carico. Come si vede bisogna sempre ragionare sulle problematiche e conoscere il più possibile tutti i vari aspetti del comportamento di un circuito complesso come può essere quello di un sistema di continuità d'alimentazione. Per utilizzare questo circuito come base sperimentale ed effettuare misure e quant'altro concerne possibili sviluppi è stata prevista la possibilità di provare il circuito di protezione (piedini Cs+ e Cs-), come ad esempio la soglia di intervento, la durata minima dell'impulso di corrente, ecc. Il resistore Rs da 10Ω permette al circuito di funzionare normalmente ma, una volta rimosso questo componente, si può pola-

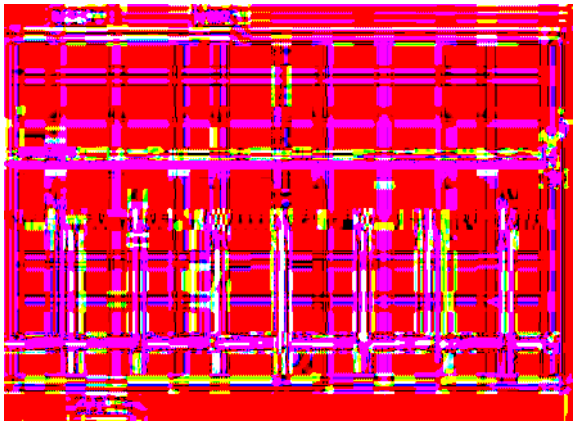


Figura 7 *Impulsi del PWM al valore minimo: la traccia superiore è la sinusoide a 50Hz che a causa dell'espansione della base dei tempi appare come un tratto quasi rettilineo*

Figura 8 *Impulsi del PWM al valore massimo: la traccia superiore è la sinusoide a 50Hz al suo valore di picco massimo*

rizzare il piedino Cs+ mediante un partitore e saggiarne il comportamento.
Nelle figure oscillografiche seguenti sono mostrate le varie tracce relative al circuito di figura 2; nella figura 3 sono riportate la sinusoide d'ingresso (modulante) e il segnale relativo ad un'uscita del PWM *modulator*. Come si vede gli impulsi sono molto *densi* e si interrompono solo in fase con l'ultimo tratto discendente della sinusoide (ciò è dovuto anche alla mancanza del carico). Nella figura 4 lo stesso segnale ma dopo il filtro LC; infine nella figura 5 la base dei tempi è stata allargata in modo tale da intravedere gli impulsi con durata via via crescente in relazione al tratto di sinusoide (traccia superiore). In fig. 6 si può osservare l'effetto della saturazione della modulazione, come detto prima; nelle figure 7 e 8 sono riportati gli oscillogrammi relativi rispettivamente al minimo ed al massimo *duty cicle*, cioè

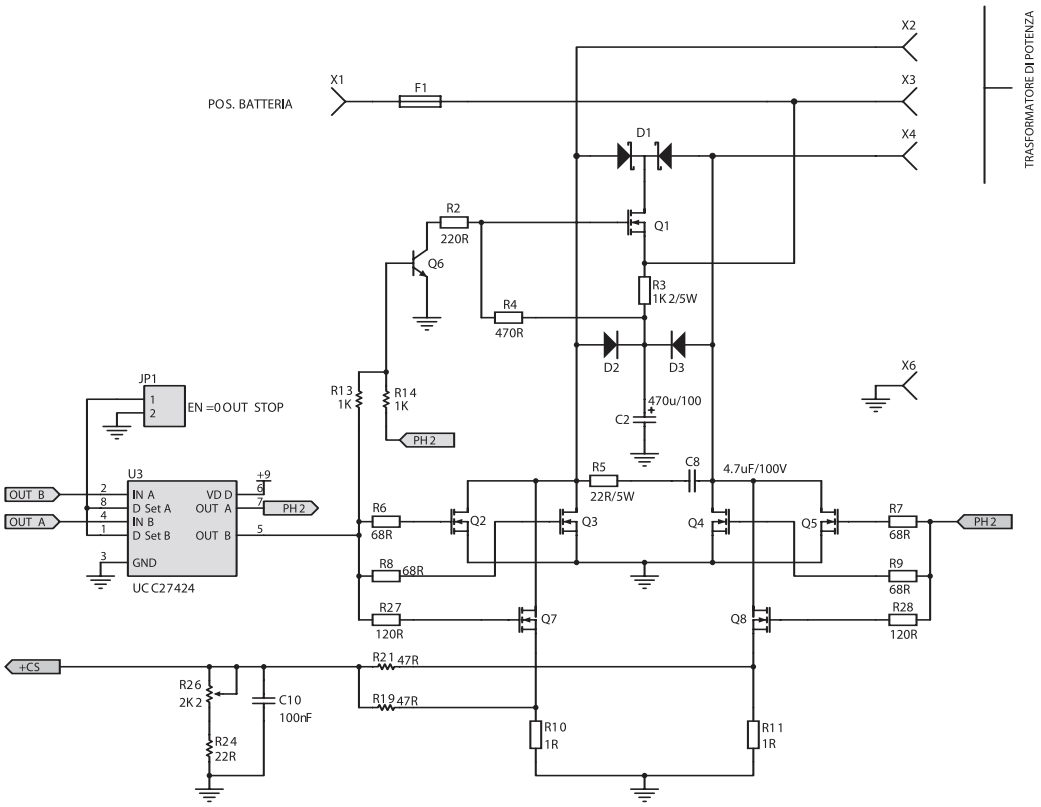


Figura 9 *Stadio di potenza dell'inverter con due mosfet aggiuntivi usati come sensori di corrente*

i valori minimo e massimo della zona lineare di modulazione.

Date le frequenze di commutazione vi consiglio vivamente di bypassare opportunamente la Vcc con un condensatore da 1000µF sulle piste d'alimentazione del circuito stampato (se ve la sentite di realizzarlo) o sui fili del cablaggio (se adoperate un sistema di cablaggio in aria o su millefiori) e provvedendo all'inserimento di capacità da 100nF in poliestere vicino i piedini di alimentazione dei chip.

Up-grade dell'inverter presentato nella seconda puntata

Nella puntata precedente abbiamo affrontato la realizzazione di un inverter per uso generico funzionante a 12 volt. Per realizzare una protezione contro il corto circuito si è ricorso ad un sensing di corrente che utilizzava un resistore di bassissimo (ma non trascurabile ai fini della dissipazione) valore resistivo ottenuto con un semplice ponticello di filo di rame; con questo sistema il resistore così ottenuto presentava una resistenza di 5-10 mΩ, sufficiente ad attivare l'apposito circuito

L'EX-Sense ovvero Current sensing power-mos

Come abbiamo visto in precedenza la ricerca di soluzioni non dissipative per il controllo della corrente ha portato all'utilizzo di un p-mos ausiliario preposto alla rilevazione della corrente. La soluzione è non dissipativa in quanto la corrente che scorre nel p-mos aggiuntivo rappresenta una minima parte di quella in gioco nel dispositivo di potenza vero e proprio. La possibilità da parte dei produttori di integrare il mosfet ausiliario nello stesso case del power mosfet vero e proprio ha dato vita ad una generazione di dispositivi che semplifica la realizzazione degli stadi di potenza, rendendo i dispositivi intrinsecamente protetti.
La corrente viene determinata dalla R_{DSon} del p-mos ausiliario e da altre caratteristiche intrinseche. La corrente che attraversa il mosfet ausiliario è chiamata dai costruttori "*Mirror Current*", mentre il rapporto tra la corrente effettiva che attraversa il p-mos principale e quella scorrente nel p-mos ausiliario è definita come *Current Ratio*. Conoscendo questo parametro e la tensione di soglia del PWM controller è facile determinare il valore del resistore di sensing. Esaminando i data sheet dei costruttori apprendiamo che il *Current Ratio* è dell'ordine delle migliaia; ad esempio per l'IRC540 di IR (del tutto simile all'IRF540) viene dichiarato un valore che va da 2500 a circa 2800. Volendo determinare il valore del resistore di sensing posto in serie al dispositivo, conoscendo il *Current Ratio* C_R, la tensione Vp sufficiente a pilotare il circuito di protezione e la corrente di carico I_{load}, si ha:

$$R_{sense} = \frac{V_p \cdot C_R}{I_{load}}$$

Questa relazione fornisce un valore approssimato ma abbastanza realistico del resistore di sensing, sebbene la relazione che determina il valore della corrente di sensing è un po' più complicata. Ciò è dovuto al fatto che il comportamento reale dei due dispositivi integrati in un substrato comune non è così semplice.
Inoltre il fatto che i gate siano collegati in parallelo, senza quindi la possibilità di interporre un resistore opportunamente dimensionato, determina un leggero aumento della capacità di gate rispetto al componente singolo di uguali caratteristiche (unitamente a variazioni apprezzabili delle altre capacità). In ogni caso il lettore può se vuole approfondire l'argomento prendendo visione dei data sheet ed in particolare l'Application note AND8093/D edita dalla ON Semiconductor scaricabile dal sito ufficiale www.onsemi.com.
Bisogna precisare che nell'EX-Sense mosfet i gate e i drain sono collegati assieme mentre i terminali di source dei due mos sono sdoppiati (anche se il terminale *Kelvin* è connesso al source del mos di potenza e vanno saldati assieme sul circuito stampato onde minimizzare la resistenza parassita delle piste di massa e gli effetti induttivi del terminale si source).
Per concludere, possiamo dire che questo tipo di componente è stato pensato per risolvere il problema del rilevamento della corrente senza che si verifichino consistenti perdite di energia, da cui la definizione di *Lossless Current Sensing*.

di controllo presente nell'SG 3526 a partire da una potenza di circa 300 Watt; con 10 mΩ sono necessari circa 12 A. per provocare la caduta di tensione necessaria all'attivazione della protezione che si aggira attorno ai 120 mV. Questi, pur essendo valori di resistenza molto bassi, implicano riscaldamenti abbastanza elevati (considerando le alte correnti in gioco), con conseguente perdita di rendimento.

Una soluzione molto funzionale ed efficace al problema della dissipazione causata dai resistori di sensing è rappresentata dall'inserimento in parallelo ai p-mos di potenza di due p-mos ausiliari, ovviamente uno per ramo, di potenza decisamente più bassa ma in grado tuttavia di rilevare una corrente molto inferiore, in quanto rilevata da un resistore di diversi ordini di grandezza più elevato (1 Ω o più) di quello utilizzato nel ramo di potenza della versione precedente. Inoltre il rendimento non ne risente che in minima parte poiché la corrente che scorre in questi rami risulta quasi del tutto trascurabile rispetto a quella nominale gestita dai dispositivi di potenza. In questo modo la regolazione della corrente massima, tramite l'apposito trimmer, può iniziare da valori decisamente più bassi e con una gradualità dell'intervento molto più lineare. Lo schema così ottenuto è quello di figura 2; i due p-mos (sempre a canale N) aggiuntivi sono collegati concettualmente in parallelo ai dispositivi di potenza veri e propri ma, in realtà il *gate* è collegato mediante un resistore (R27 ed R28) di valore leggermente più alto dei corrispondenti resistori di *gate* (indispensabili per compensare le inevitabili differenze dei dispositivi posti in parallelo), mentre il *source* è collegato a massa mediante il resistore di *sensing* della corrente (spesso chiamato In-Rush Resistor). Il valore di questo consente il passaggio di una corrente, come già detto, praticamente trascurabile e pertanto Q7 e Q8 non necessitano di dissipatore. La corrente rilevata per mezzo di R10 ed R11 è applicata mediante due resistori R19 ed R21 al piedini 7 dell'IC e il trimmer R26 funziona da partitore di tensione. La funzione di R24 è quella di impedire che, portando il trimmer ad un valore di resistenza nullo, il segnale di corrente venga cortocircuitato a massa, annullando così di fatto la limitazione in corrente ed esponendo in tal modo i dispositivi di potenza al rischio di rottura (nel caso di un corto circuito in uscita). Il suo valore va fissato sperimentalmente determinando la potenza massima che si vuole ottenere dall'apparecchiatura, tenendo conto delle massime potenze gestibili dai mosfet.

Vorrei spendere a questo punto qualche parola sui resistori R27 ed R28: in questa configurazione l'aggiunta di altra coppia di dispositivi non fa che aumentare la capacità di ingresso complessiva risultante dal parallelo di più p-mos. Questo fatto non deve essere trascurato poiché ciò comporta un tempo di commutazione più lungo che espone i dispositivi al rischio di rottura (si veda il riquadro di approfondimento); infatti, durante questa fase di transizione (il passaggio cioè dall'interdizione alla conduzione), si attraversa l'area attiva della caratteristica I-V, con possibilità tutt'altro che remota di fuoriuscire dalla SOA ed esporre in tal modo il dispositivo di potenza al rischio di rottura. Anche in questo caso l'utilizzo dei *gate driver* si rivela assai utile.

Nel nostro schema i fattori positivi da questo punto di vista sono rappresentati dal fatto che:

- Le resistenze di gate hanno valori abbastanza bassi e tali da minimizzare la costante di tempo R · Cg (Cg =Capacità di gate).
- La bassa resistenza interna unitamente ad un'alta capacità di corrente del IC *gate driver* consente di parallelare più dispositivi senza controindicazioni di sorta.

In questo caso il ricorso ad un apposito IC di pilotaggio (UCC 27424) si rivela molto vantaggioso, a dimostrazione di quanto questi dispositivi siano utili e di semplice utilizzo.

CONCLUSIONE

La prossima puntata, inizieremo la descrizione del progetto di un UPS, tenendo in debita considerazione tutte le problematiche sin qui affrontate. In particolare ci occuperemo del circuito di commutazione rete/inverter che riveste un ruolo molto importante per il buon funzionamento dell'UPS.

Codice MIP252094

CD-Rom e Data Book ECA

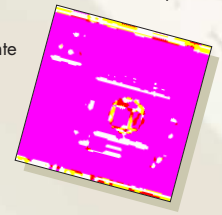
La migliore Documentazione Tecnica

ECA VRT-DISK 2006

VRT-DISK contiene il database di oltre 160,000 dispositivi diversi (transistor, diodi, tiristori e integrati) riportandone i dati salienti, il costruttore e - ove disponibili - i componenti equivalenti. Oltre alla descrizione dei pin per i componenti discreti, la versione CD-ROM contiene anche la descrizione dei pin per tutti i componenti standard CMOS 4000/7400, TTL 7400, molti amplificatori operazionali ed alcuni integrati Audio e Video. Mediante la "Funzione-Note" è possibile aggiungere i dati personali a ciascun dispositivo. Il reference manual, già popolare nella versione data-book, permette una veloce cernita delle informazioni più dettagliate.

ECA-404 MEM-DISK 2000

Più di 50.000 memorie differenti, come dRAM, sRAM, EPROM, EEPROM, FIFO e vRAM, con tutti i necessari valori e caratteristiche, pin-outs, tavole della verità, disegno del contenitore e costruttore (con indirizzo). Il programma consente la creazione di 5 data-base personali, dove memorizzare i risultati delle ricerche, questo è utile per la comparazione dei componenti.



ECA-405 CMOS/TTL-DISK 2006

Contiene più di 96.000 circuiti integrati digitali CMOS 400/7400, ttl 400, ECL (10k/100k) e T75 (interfaces) divisi in 2610 famiglie per i quali sono specificati caratteristiche e valori massimi.
Il semplice click del mouse, sul componente selezionato, farà apparire: lo schema interno, le dimensioni del contenitore, specifiche dettagliate delle funzioni, tavola della verità, informazioni sulle applicazioni, i contenitori disponibili, il costruttore (completo di indirizzo) e il simbolo secondo lo standard IEEE 91.

ECA-406 TDV-DISK 2003

Oltre 100.000 transistor e FET, da A...Z, 2N21...2N7228 fino a 2...40 000...µ. Sono indicati i valori massimi e le caratteristiche, l'assegnazione dei pin, il costruttore e le dimensioni. Oltre alla ricerca per "tipo", il programma consente una "ricerca selettiva" in accordo con alcuni dati importanti, quali "potenza" e "voltaggio".

ECA-407 LIN-DISK 2003

Contiene il database e la tavola degli equivalenti degli amplificatori operazionali, comparatori, stabilizzatori e regolatori. Un potente motore di ricerca permette di interrogare il database cercando non solo per tipo ma per costruttore, per contenitore, pinout e voltaggio.

ECA-408 OPTO-DISK 2003

Contiene il database e la tabella degli equivalenti per i trasmettitori (LED, IRED, Laser diodi, barre LED e array), ricevitori (fotodiodi e transistor, foto resistenze, foto ICs, foto elementi, celle solari e pyrodetectors), fotoaccoppiatori (fotodiodi, transistor e darlington, digital Ics, amplificatori, foto FET, SCR e foto resistenze), foto relay, foto interruttori, sensori a riflessione (foto sensori) e coppie di trasmettitori e ricevitori.

ECA-409 DDV-DISK 2005

Contiene il database con oltre 90.000 diodi e tiristori con le loro valori massimi consentiti, pin-out, dati del costruttore e dimensioni.

DATA BOOK ECA 2006

VRT book è la versione cartacea in due volumi del VRT-Disk. Contiene le tabelle comparative di oltre 130.000 componenti tra Transistori, Tiristori, Diodi, circuiti integrati, ecc...
Audio AMP è un nuovo data-book sugli amplificatori audio con oltre 3500 circuiti diversi.

elettroshop

www.elettroshop.com

Tel. 02 66504794 - Fax 02 66508225

info@elettroshop.com

Codice MIP 252103

Quattordicesima parte
n° 251 - Maggio 2006
L'operazionale comparatore (parte II)
Quindicesima parte
n° 252 - Giugno 2006
L'operazionale negli oscillatori (parte I)
Sedicesima parte
n° 253 - Luglio/Agosto 2006
L'operazionale negli oscillatori (parte II)

L'amplificatore operazionale dalla A alla Z

Sebbene siano stati approntati circuiti integrati dedicati a questa funzione, è spesso più economico e più semplice ricorrere agli op-amp per realizzare affidabili circuiti oscillatori.

15.1 GENERALITÀ

Si è visto che il guadagno di un amplificatore con reazione negativa ha espressione:

$$A_{CL} = A_{OL} / (1 + A_{OL} \cdot \beta) \qquad [15.1]$$

Poiché il denominatore $(1 + A_{OL} \cdot \beta)$ è sempre una grandezza positiva maggiore di uno, il guadagno A_{CL} ad anello chiuso è minore del guadagno A_{OL} ad anello aperto.
Nella reazione positiva che è alla base dei circuiti oscillanti, per il denominatore della [15.1] può, invece, verificarsi la condizione:

$$(1 + A_{OL} \cdot \beta) = 0 \qquad [15.2]$$

In questo caso il guadagno A_{CL} espresso dalla [15.1] tenderà all'infinito. Fisicamente, il tendere all'infinito di A_{CL}, significa che il circuito nel quale la condizione [15.2] è verificata, è in grado di generare un segnale in uscita anche in assenza di segnale in ingresso. Un circuito di questo tipo è un oscillatore che, quindi, altro non è che un amplificatore selettivo nel quale una parte del segnale di uscita viene ricondotta all'ingresso con ampiezza opportuna e sfasamento nullo.
L'innesco delle oscillazioni, essendo assente il segnale di ingresso, può essere determinato anche da una minima tensione di rumore. Quindi, il carattere rigenerativo della reazione autosostiene l'oscillazione.
Gli oscillatori trovano un vastissimo impiego sia in alta che in bassa frequenza. In alta, per esempio, negli apparati ricetrasmittenti e in bassa, per esempio, nei generatori di segnale per la taratura e il collaudo degli amplificatori audio che, normalmente, attraverso l'applicazione di un segnale sinusoidale o a onda quadra, consentono la verifica di molteplici parametri, primi fra tutti, la banda passante e il tasso di distorsione. A secondo delle finalità si realizzano pertanto oscillatori sinusoidali, a onda quadra, a dente di sega, ecc.

15.2 GLI OSCILLATORI SINUSOIDALI. L'OSCILLATORE A SFASAMENTO

Uno dei più classici oscillatori sinusoidali è l'oscillatore a sfasamento di cui la figura 15.1*a* espone la versione con amplificatore operazionale, versione che ricalca le realizzazioni con tubi a vuoto e a BJT. Lo sfasamento nullo fra uscita e ingresso è realizzato dalle tre celle *R-C* che, allo sfasamento di 180° introdotto dall'op-amp in configurazione invertente, introducono un ulteriore sfasamento di 180° a una ben definita frequenza f_s.

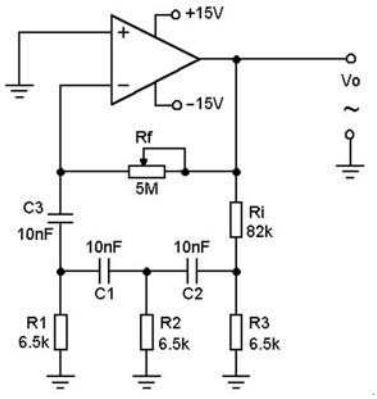


Figura 15.1a *Oscillatore a sfasamento che fornisce in uscita un segnale sinusoidale*

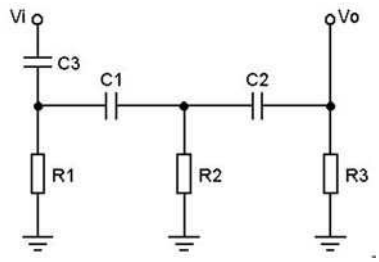
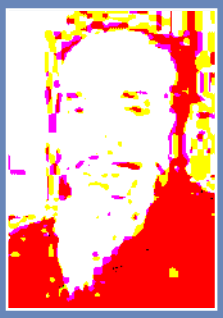


Figura 15.1b *Rete di sfasamento relativa all'oscillatore di cui alla figura 15.1a*

Per ricavare l'espressione della frequenza di oscillazione f_s è sufficiente rife-

L'operazionale negli oscillatori (parte I)



di Nico Grilloni

rirsi alla rete di figura 15.1*b* e ricavare quindi l'espressione della tensione di uscita V_o in funzione della tensione V_i di ingresso. Introducendo la semplificazione: $C_1 = C_2 = C_3 = C$ e $R_1 = R_2 = R_3 = R$ si ottiene così l'espressione:

$$\frac{V_i}{V_O}=1-\frac{5}{\omega^2\ C^2\cdot R^2}+j\left(\frac{1}{\omega^3\cdot C^3\cdot R^3}-\frac{6}{\omega\cdot C\cdot R}\right) \qquad [15.3]$$

Annullando quindi la parte immaginaria e risolvendo per f_s si ricava:

$$\omega_S=\frac{1}{R\cdot C\cdot\sqrt{6}} \qquad [15.4]$$

ossia:

$$f_S=\frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{6}\cdot C\cdot R}=\frac{0{,}0649}{C\cdot R} \qquad [15.5]$$

Sostituendo quindi la [15.4] nella [15.3] e risolvendo per il rapporto $V_o/V_i = \beta$ (indicando con β l'attenuazione delle tre celle), si ha infine:

$$\frac{V_O}{V_i}=\beta=-\frac{1}{29} \qquad [15.6]$$

Essendo l'attenuazione $\beta = 1/29$ (il segno negativo indica soltanto lo sfasamento di 180°), l'operazionale dovrà avere un'amplificazione non inferiore a 29, ossia, con riferimento alla figura 15.1*a*, si dovrà imporre in ogni caso: $R_f \geq\geq 29\ R_i$.

Pertanto, per dimensionare l'oscillatore di cui alla figura 15.1*a* si useranno le espressioni:

$C = C_1 = C_2 = C_3 \leq 1 / (10000 \cdot f_s)$ [15.7]

$R = R_1 = R_2 = R_3 = 0{,}0649 / (f_s \cdot C)$ [15.8]

$R_i \geq 10\ R$ [15.9]

$R_f \geq 29\ R_i$ [15.10]

Volendo, per esempio, che l'oscillatore a sfasamento oscilli alla frequenza $f_s = 1$ kHz, applicando le espressioni [15.7] ÷ [15.10], si ha:

$C = 10$ nF

$R = 6490\ \Omega \quad \Rightarrow R = 6{,}5\ k\Omega$

$R_i \geq 10 \times 6500 = 65\ k\Omega \quad \Rightarrow R_i = 82\ k\Omega$

$R_f \geq 29 \times 82000 = 2{,}378\ M\Omega \quad \Rightarrow R_f = 5\ M\Omega$ (trimmer)

La figura 15.1*c* mostra il segnale V_o di uscita nell'oscillatore a sfasamento qui dimensionato. La distanza fra i marker verticali indica la frequenza: si legge, infatti, $(a - b) = 1$ kHz. La distanza fra i marker orizzontali indica l'ampiezza da picco a picco che è di circa 30 V: si legge, infatti $(c - d) = 30{,}17$ V.

Il trimmer posto per R_f è utile al fine di centrare la condizione di innesco dell'oscillazione.

15.3 L'OSCILLATORE A PONTE DI WIEN

La figura 15.2*a* riporta lo schema elementare di un altro oscillatore sinusoidale – l'oscillatore a ponte di Wien – che sia in questa versione, sia in versione più sofisticata (con possibilità di variare ampiezza e frequenza di oscillazione e con controllo automatico del guadagno) è senz'altro il più utilizzato in banda audio poiché oltre a fornire una distorsione molto bassa, presenta un'ottima stabilità in frequenza.

La rete composta da C_1 e R_1 e da C_2 e R_2 fornisce la necessaria reazione positiva, mentre le resistenze R_i e R_f forniscono la reazione negativa che controlla il guadagno.

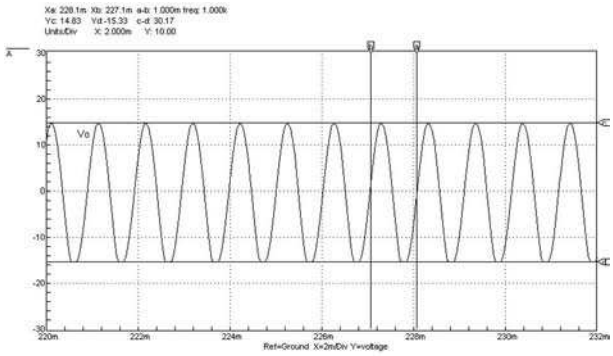


Figura 15.1c *Andamento della tensione V_o di uscita nell'oscillatore a sfasamento della figura 15.1a*

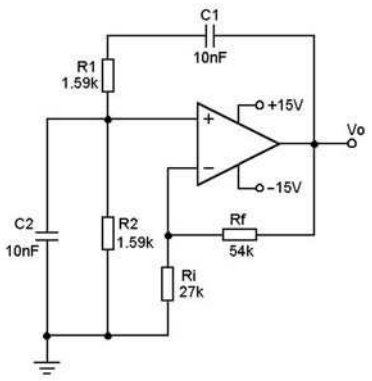


Figura 15.2a *Oscillatore a ponte di Wien*

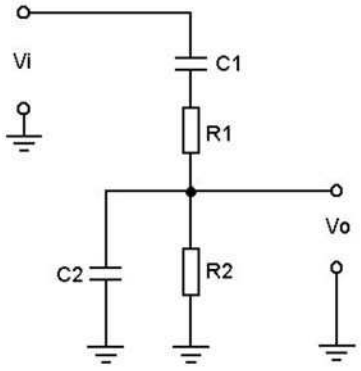


Figura 15.2b *Rete a cui è utile fare riferimento per giungere all'espressione della frequenza di oscillazione dell'oscillatore di Wien*

L'espressione della frequenza di oscillazione si ricava dalla rete della figura 15.2*b*, imponendo la condizione semplificativa $C_1 = C_2 = C$ e $R_1 = R_2 = R$.

Procedendo quindi come per l'oscillatore a sfasamento, per il rapporto V_i/V_o si ottiene l'espressione:

$$\frac{V_i}{V_o} = 3 - \frac{j(1-\omega^2 R^2 C^2)}{\omega R C}$$

che può porsi nella forma:

$$\frac{V_i}{V_o} = 3 + j\left(\omega R C - \frac{1}{\omega R C}\right) \qquad [15.11]$$

Per ricavare l'espressione della frequenza f_s di oscillazione è sufficiente annullare la parte immaginaria. Si ha così:

$$\omega_s^2 \cdot R_2 \cdot C_2 = 1$$

e quindi:

$$f_S = \frac{1}{2\pi R C} = \frac{0{,}159}{R C} \qquad [15.12]$$

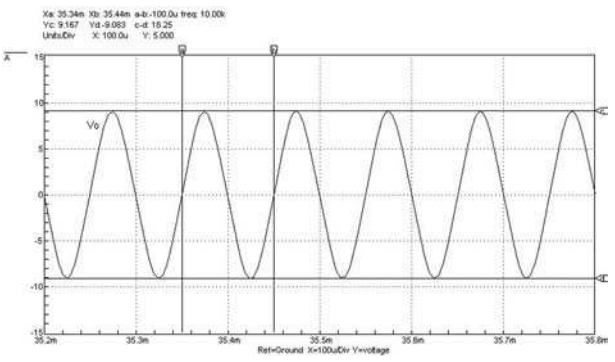


Figura 15.2c *Andamento della tensione V_o nell'oscillatore a ponte di Wien di cui alla figura 15.2a*

Poiché alla frequenza f_s la parte immaginaria dell'espressione [15.11] è nulla, dalla stessa espressione si ricava il valore dell'attenuazione apportata dalle celle *RC*:

$$V_i / V_o = 3 \qquad [15.13]$$

Essendo l'attenuazione pari a 3, è necessario che il guadagno dell'operazionale di cui alla figura 15.2*a* sia eguale o maggiore di 3 affinché l'oscillazione, una volta innescata, possa autosostenersi.

Per dimensionare un oscillatore a ponte di Wien si useranno, pertanto, le espressioni:

$$C = C_1 = C_2 \leq 1 / (10000 \cdot f_s) \qquad [15.14]$$

$$R = R_1 = R_2 = 0{,}159 / (f_s \cdot C) \qquad [15.15]$$

$$R_i = (10 \div 20)\ R \qquad [15.16]$$

$$R_f = 2\ R_i \qquad [15.17]$$

Volendo realizzare un oscillatore a ponte di Wien sulla frequenza, per esempio, di 10 kHz, applicando le espressioni [15.14] ÷ [15.17], si ha:

$$C \leq 1\ (10000 \times 10000) = 10\ \text{nF} \Rightarrow C = 10\ \text{nF}$$

$$R = 0{,}159 / (10000 \times 10 \times 10^{-9}) = 1590\ \Omega$$

Attribuendo quindi alla R_i il valore di 27 kΩ (circa 17 volte il valore delle *R*), dalla [15.17] si ricava il valore da attribuire alla resistenza R_f:

$$R_f = 2 \times 27000 = 54\ \text{k}\Omega$$

La risposta dell'oscillatore qui dimensionato è esposta nella figura 15.2*c*. La distanza fra i marker orizzontali indica l'ampiezza (18,25 V) da picco a picco del segnale di uscita V_o, mentre la distanza fra i marker verticali indica la frequenza. Sul diagramma si legge, infatti: (*a* – *b*) = 10 kHz. Nell'oscillatore a ponte di Wien si deve avere molta cura nel fare in modo che il guadagno dell'operazionale sia costantemente eguale all'attenuazione della rete *RC* che conferisce al circuito la reazione positiva. Se infatti la reazione positiva fosse maggiore della reazione negativa, ossia se R_f fosse tale da fornire un guadagno maggiore di 3, l'oscillazione si innescherebbe, ma l'uscita tenderebbe ai valori di saturazione; viceversa, se fosse maggiore la reazione negativa, ossia se R_f fosse tale da fornire un guadagno dell'op-amp minore di 3, il circuito non oscillerebbe.

È pertanto opportuno ricorrere ad alcune soluzioni che mantengano costante il guadagno dello stadio consentendo di poter controllare l'ampiezza del segnale di uscita. Si perviene a questo risultato ponendo nel circuito di reazione negativa elementi non lineari come, per esempio, una lampadina ad incandescenza, al posto della resistenza R_f. Con questa soluzione se la tensione di uscita aumenta, aumenta anche la resistenza del filamento della lampadina e questo incremento riporterà il guadagno al valore iniziale. Viceversa, se la tensione di uscita diminuisce, diminuirà pure la resistenza del filamento e ciò avrà come effetto un incremento del guadagno.
Un altro metodo consiste nel porre una resistenza a coefficiente di temperatura negativo, una NTC (*Negative Temperature Coefficient*), al posto della R_f. In questo caso, se la tensione di uscita aumenta, il valore della NTC diminuisce riportando il guadagno entro il limite. Avviene il viceversa se la tensione di uscita diminuisce: aumenta, infatti, il valore della NTC e ciò riporta il guadagno al valore prestabilito.
Si fa notare, infine, che vi sono ulteriori metodi per il controllo automatico del guadagno (*AGC, Automatic Gain Control*). Per esempio, tramite l'inserimento di un Fet posto in circuito come resistenza automaticamente variabile sensibile alle escursioni del segnale di uscita.

15.4 GLI OSCILLATORI NON SINUSOIDALI. IL MULTIVIBRATORE ASTABILE

Gli oscillatori non sinusoidali sono così definiti perché in grado di generare segnali a onda quadra e a dente di sega e, questi ultimi, con rampe simmetriche o dissimmetriche.
Realizzati in passato con tubi a vuoto, BJT e Fet, oggi si realizzano prevalentemente con circuiti integrati dedicati, ma anche ricorrendo all'amplificatore operazionale.
Il più classico oscillatore non sinusoidale con op-

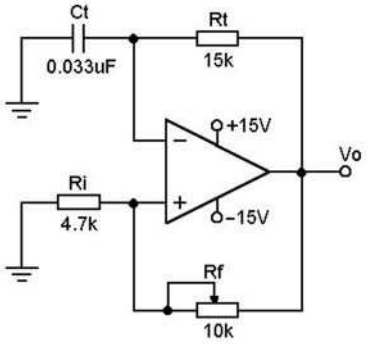


Figura 15.3a *Multivibratore astabile con amplificatore operazionale*

amp – esposto nella figura 15.3*a* – è il multivibratore astabile che produce in uscita una tensione V_o a onda quadra il cui andamento è riportato nella figura 15.3*b*.

Si può constatare che la tensione V_o varia fra $+V_{sat}$ e $-V_{sat}$ con una frequenza fornita, in generale, dall'espressione:

$$f_S = \frac{1}{2\,R_t\,C_t \ln\frac{1+\beta}{1-\beta}} \qquad [15.18]$$

dove $\beta = R_i/(R_i + R_f)$ è, come al solito, l'attenuazione della rete di reazione.
Ponendo $\beta = 0{,}462$, ossia $R_f = 1{,}164\ R_i$, il termine logaritmico diviene eguale a 1. Con questa condizione la [15.18], si semplifica e diviene:

$$f_s = 1/(2 \cdot R_t \cdot C_t) = 0{,}5\ /\ (R_t \cdot C_t) \qquad [15.19]$$

Da questa espressione, nota la frequenza e attribuito alla capacità C_t un valore che può desumersi dall'applicazione della [15.14], si ricava il valore da attribuire alla resistenza R_t. Quindi, imposto il valore della R_i, si calcola la R_f dovendo essere, per l'applicazione della [15.19], $R_f = 1{,}164\ R_i$. Per esempio, posto C_t = =0,033 µF, e f_s = 1 kHz, tramite la [15.19] si ricava il valore della resistenza R_t:

$R_t = 0{,}5/(1000 \times 0{,}033 \times 10^{-6}) = 15{,}15$ kΩ

$R_t = 15$ kΩ

Attribuito alla R_i il valore, per esempio, di 4,7 kΩ, per la R_f si ha:

$R_f = 1{,}164 \cdot R_i = 1{,}164 \times 4700 = 5470\ \Omega$

Per R_f si potrà disporre, come nel circuito di figura, un trimmer da 10 kΩ.
Nella figura 15.3*b* si vede come la commutazione dell'uscita fra $+V_{sat}$ e $-V_{sat}$ e fra $-V_{sat}$ e $+V_{sat}$, avvenga quando la tensione ai capi del condensatore C_t diviene pari a $|\beta V_{sat}|$. La distanza fra i marker verticali indica la frequenza: si legge infatti: $(a - b)$ = 1 kHz. La distanza fra i marker orizzontali indica l'ampiezza della tensione V_o di uscita: è $(c - d)$ = 26,83 V.
Il multivibratore di cui alla figura 15.3*a* è comunque un circuito di base a cui è possibile apportare molteplici modifiche in funzione delle finalità del progetto.
Per esempio, la figura 15.4*a*, riporta lo stesso multivibratore a cui sono stati aggiunti due diodi zener in uscita con la funzione di limitare l'escursione della V_o.

In pratica sono qui disponibili due livelli del segnale in uscita. Il segnale V_{o1} che, come nel caso precedente, ha un'escursione da picco a picco pari a 2 V_{sat}, e il segnale V_{o2} la cui escursione dipende solo dal valore della tensione di zener dei diodi D_1 e D_2. In fase di simulazione si sono utilizzati due diodi zener con V_z = 3,3 V.

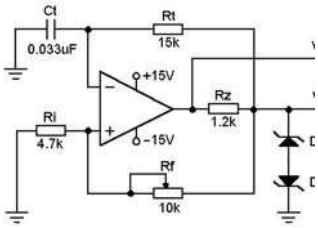


Figura 15.4a *Multivibratore astabile con diodi zener di limitazione dell'escursione della tensione di uscita*

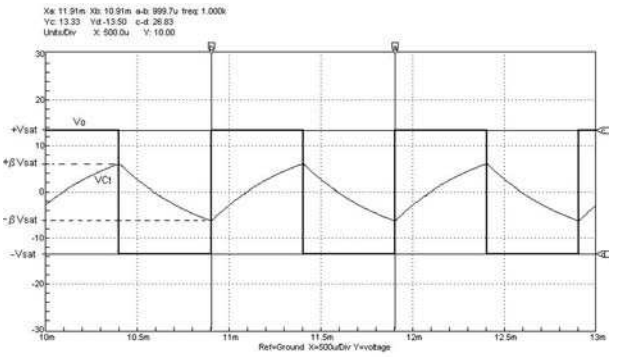


Figura 15.3b *Andamento della tensione V_o di uscita nel multivibratore astabile di cui alla figura 15.3a e della tensione V_{Ct} ai capi del condensatore C_t*

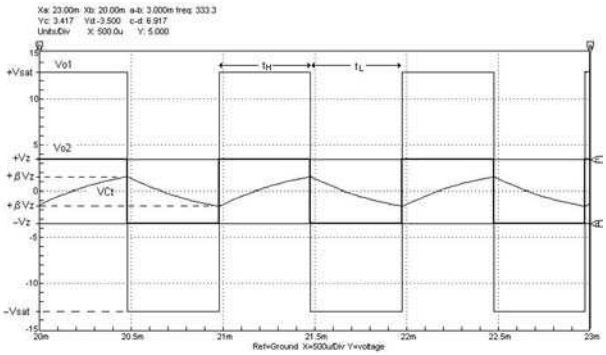


Figura 15.4b *Forme d'onda relative al multivibratore astabile di cui alla figura 10.4a*

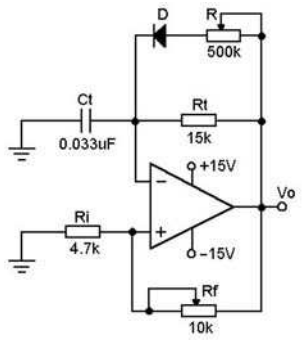


Figura 15.5a Multivibratore astabile con duty cycle variabile, ma comunque sempre inferiore al 50%

L'escursione della tensione di uscita vale pertanto circa 6,6 V a cui è necessario aggiungere la c.d.t. diretta di ciascun diodo. Ciò è evidente nella figura 15.4*b* dove la tensione V_{o2} ha un'escursione che, indicata dai marker orizzontali, è pari a 6,917 V.

15.4.1 Modifica del duty cycle

Come è noto, il duty cycle di un'onda quadra è il rapporto fra l'intervallo di tempo in cui il segnale è a livello alto e l'intero periodo. Pertanto, con riferimento alla figura 15.4*b*, il duty cycle δ ha espressione:

$$\delta = \frac{t_H}{t_H + t_L} \qquad [15.20]$$

Poiché i multivibratori di cui alle figure 15.3*a* e 15.4*a*, come si vede dai diagrammi riportati nelle figure 15.3*b* e 15.4*b*, presentano entrambi una tensione di uscita V_o nella quale è $t_H = t_L$, il duty cycle della V_o vale 0,5, o, esprimendolo secondo la consuetudine percentualmente, è pari al 50 %. Volendo modificare il duty cycle si può ricorrere, per esempio, alla configurazione circuitale della figura 15.5*a* dove, in parallelo alla resistenza R_t, si è posto il ramo costituito dal diodo *D* e dal trimmer *R*. In pratica, il condensatore si carica attraverso le resistenze R_t e *R* e, per la presenza del diodo, si scarica attraverso la sola R_t. Per t_H e t_L, sempre ponendo, tramite il relativo trim-

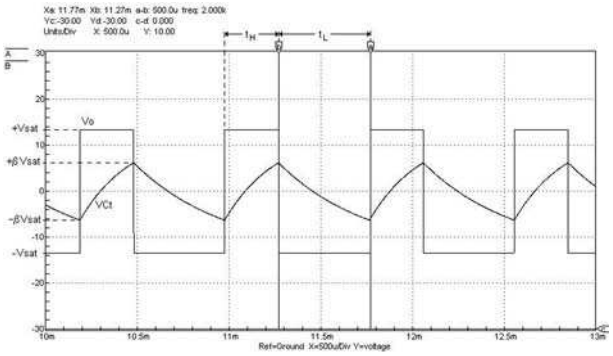


Figura 15.5b Andamento della tensione di uscita V_o e della tensione ai capi del condensatore C_t nel multivibratore con op-amp di cui alla figura 15.5a per R = 20 kΩ

Città di Lucca
10 - 11 giugno 2006
Electr@
Punto Fiera

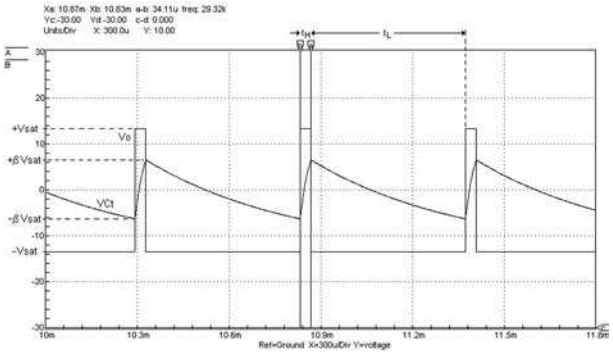


Figura 15.5c *Andamento della tensione V_o di uscita e della tensione ai capi del condensatore C_t nel multivibratore con op-amp di cui alla figura 15.5a per R = 1 kΩ*

mer, R_f = 1,164 R_i (per β = 0,462), si ha quindi:

$t_H = (R_t//R)\ C_t$ [15.21]

$t_L = R_t\ C_t$ [15.22]

Il periodo ha pertanto espressione:

$T = t_H + t_L = C_t\ [R_t + (R_t//R)]$ [15.23]

Per il duty cycle, sostituendo nella [15.20] la [15.21] e la [15.22], si ha l'espressione:

$$\delta = \frac{(R_t//R)}{(R_t//R) + R_t} \qquad [15.24]$$

dalla quale si vede che il duty cycle del multivibratore della figura 15.5*a* è sempre minore del 50 %.

Con riferimento al multivibratore di cui alla figura 15.5*a*, applicando le espressioni [15.21] e [15.22] e considerando il trimmer *R* inserito, per esempio, per un valore di resistenza pari a 20 kΩ si ha quindi:

t_H = (15000//20000) x 0,033 x 10^{-6} = 282,85 µs

t_L = 15000 x 0,033 x 10^{-6} = 495 µs

Per il duty cycle, applicando l'espressione [15.20], si ricava δ = 0,36. Percentualmente il duty cycle è quindi del 36%.

L'andamento della tensione V_o e della tensione V_{Ct} ai capi del condensatore, relativamente al circuito della figura 15.5*a*, sono riportati nella figura 15.5*b* i cui diagrammi sono stati ricavati in simulazione. La distanza fra i marker verticali indica l'intervallo t_L in cui il segnale è a livello basso.
Si legge (*a* – *b*) = 500 µs. L'intervallo in cui il segnale è a livello alto è risultato pari a 290 µs. Entrambi i valori praticamente coincidono con quelli su calcolati.
Se ora si porta il trimmer *R* a un valore pari, per esempio, a 1 kΩ, per gli intervalli t_H e t_L, sempre tramite le espressioni [15.21] e [15.22], si ricava:

t_H = 31 µs t_L = 495 µs

E per il duty cycle, sempre tramite la [15.20], si ricava δ = 0,058. Il duty cycle è pertanto del 5,8%. La tensione V_o di uscita e la tensione V_{Ct} ai capi del condensatore per *R* = 1 kΩ, presentano l'andamento riportato nella figura 15.5*c*.

Confrontando il diagrammi della figure 15.5*b* e 15.5*c* si ha già un'idea della possibilità di modificare il duty cycle in un intervallo sufficientemente ampio. Poiché, come si è constatato, la configurazione di cui alla figura 15.5*a* può solo consentire un duty cycle inferiore al 50%, si può calcolare il valore da attribuire alla resisten-

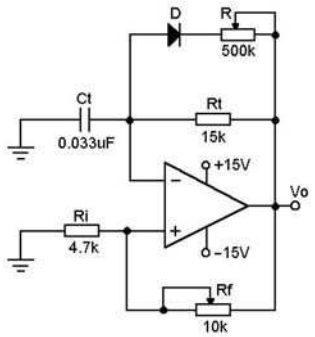


Figura 15.6a *Multivibratore astabile con duty cycle variabile, ma comunque sempre maggiore del 50%*

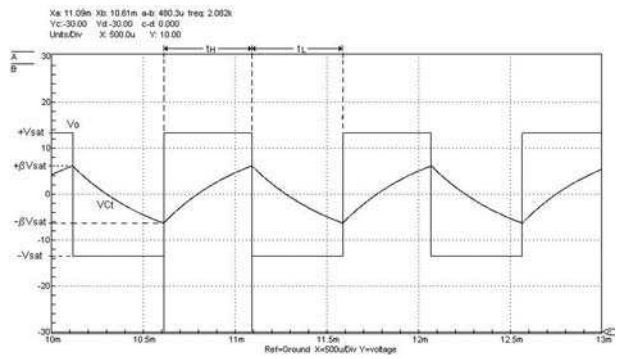


Figura 15.5d *Andamento della tensione V_o di uscita e della tensione ai capi del condensatore C_t nel multivibratore con op-amp di cui alla figura 15.5a per R pari a circa 368 kΩ*

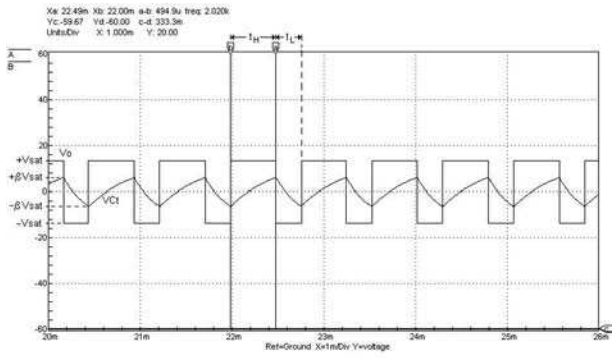
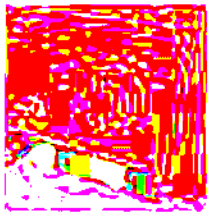


Figura 15.6b *Andamento della tensione V_o di uscita e della tensione ai capi del condensatore C_t nel multivibratore con op-amp di cui alla figura 15.6a, per R pari a 17,5 kΩ*

LAB1 3-in-1

La soluzione di telecomando ideale per chi ha problemi di spazio!



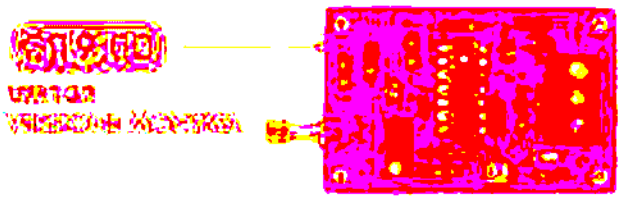
LAB1

DIMMER DMX a 1 CANALE

SET RADIOCOMANDO a 8 CANALI

TIMER per CARICHI di POTENZA

SENSORE di TEMPERATURA



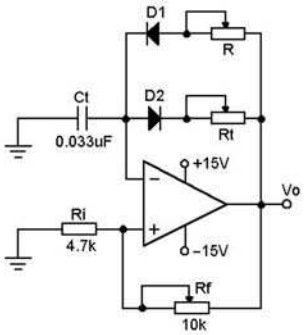


Figura 15.7a *Multivibratore astabile nel quale il duty cycle può essere sia maggiore che minore che eguale al 50%*

za R per un qualsiasi valore di δ fino a un massimo di 0,49. Volendo, per esempio, δ = 0,49, e lasciando R_t = 15 kΩ, per la resistenza R, dalla [15.24], si ricava il valore di 367,5 kΩ. Con questo valore di R, la tensione V_o ha la forma d'onda riportata nella figura 15.5*d* dove si può vedere che gli intervalli t_H e t_L sono quasi eguali essendo, appunto, δ pari al 49%.

Invertendo le polarità del diodo, così come nella figura 15.6*a*, si ottiene un astabile con duty cycle sempre maggiore del 50%. In questo caso il condensatore si carica attraverso la resistenza R_t e si scarica attraverso il parallelo delle resistenze R e R_t. Per t_H e t_L si ha quindi:

$t_H = R_t\ C_t$ [15.25]

$t_L = (R//R_t)\ C_t$ [15.26]

Il periodo ha pertanto espressione:

$T = t_H + t_L = C_t\ [R_t + (R_t//R)]$ [15.27]

Essendo sempre eguale al rapporto fra t_H e T, il duty cycle ha espressione:

$$\delta = \frac{R_t}{(R_t//R) + R_t} \qquad [15.28]$$

Con quest'ultima si può ricavare, sempre per R_f = 1,164 R_i, il valore da attribuire alla resistenza R per un qualsiasi valore di δ che sia maggiore del 50%. Per esempio, per un duty cycle del 65% dalla [15.28] si ricava R = 1,16 R_t e per R_t = 15 kΩ si ha quindi R = 17,5 kΩ.

Per la tensione V_o, con questo valore di R, in simulazione si ha l'andamento riportato nella figura 15.6*b*. La distanza fra i marker verticali indica un intervallo t_H = 494,9 µs, mentre l'intervallo t_L è risultato eguale a 278 µs. Applicando le espressioni [15.25] e [15.26] si ottiene rispettivamente t_H = 495 µs e t_L = 266 µs. I valori in simulazione sono quindi pressoché coincidenti con i valori teorici. Infine, utilizzando in unico circuito entrambe le soluzioni dei multivibratori di cui alle figure 15.5*a* e 15.6*a*, si ottiene l'astabile esposto nella figura 15.7*a* che ha la caratteristica di consentire un'ampia va-riabilità del duty cycle a secondo dei valori attribuiti alle resistenze R_t e R.

In questo caso il condensatore C_t si carica infatti, tramite la resistenza R e il diodo D_1 e si scarica attraverso la resistenza R_t e il diodo D_2. Sempre ponendo R_f = 1,164 R_i al fine di rendere applicabile l'espressione [15.19], si ha pertanto:

$t_H = R\ C_t$ [15.29]

$t_L = R_t\ C_t$ [15.30]

Il periodo ha quindi espressione:

$$T = t_H + t_L = (R + R_t)\ C_t$$

Mentre per il duty cycle si ha:

$$\delta = \frac{t_H}{T} = \frac{R}{R + R_t} \qquad [15.31]$$

Per $R = R_t$ si ha quindi un duty cycle del 50%, per $R > R_t$ si ha un duty cycle minore del 50%, e, infine, per $R < R_t$ si ha un duty cycle maggiore del 50%. Ponendo, per esempio, $R = R_t$ = 15 kΩ, si ricava, in simulazione, l'andamento della tensione di uscita V_o illustrato nella figura 15.7*b* in cui è evidente un δ pari al 50%. Si ha infatti $t_H = t_L$ = 500 µs. Dalle espressioni [15.29] e [15.30] si ottiene, infatti:

$t_H = t_L = 15000 \times 0{,}033 \times 10^{-6} = 495$ µs

Nella figura 15.7*b* i marker orizzontali indicano l'escursione della tensione ai capi del condensatore C_t che è pari a $2\beta V_{sat}$. Essendo V_{sat} = 13,33 V e β = 0,462 (per R_f = 1,164 R_i), si ha βV_{sat} = 0,462 x 13,33 = 6,158 V. In diagramma si legge, infatti:

$Yc = +\beta V_{sat} = +6{,}167$ V $\qquad Yd = -\beta V_{sat} = -6{,}19$ V

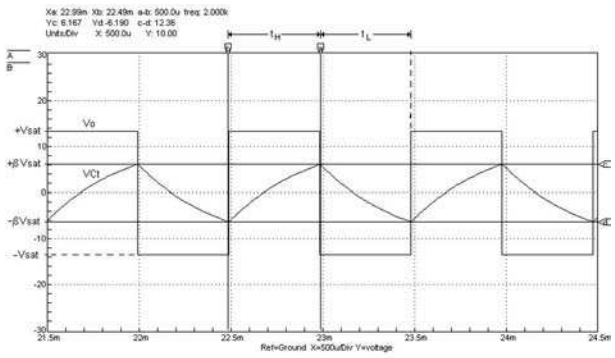


Figura 15.7b *Andamento della tensione di uscita V_o e della tensione ai capi del condensatore C_t nel multivibratore a duty cycle variabile di cui alla figura 15.7a*

Codice MIP 252104

FE - 252

ABBONATI SUBITO

Compila, ritaglia e spedisci via fax questo coupon allo **02-66508225**

Spedisci questa pagina in busta chiusa a:
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)

Chiamaci allo **02-66504755**

Abbonati on-line sul sito
www.farelettronica.com/abbonamento

DATI PERSONALI

Nome . . . . . .

Cognome . . . . . .

Via . . . . . n° . . . .

Cap . . . . . Città . . . . . Prov . . . .

Tel . . . . . Fax. . . . . .

Email . . . . . .

Ragione Sociale . . . . . .

P.Iva . . . . . ❍ Ricevuta

Privacy. Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni srl, Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o tramite email a info@inwaredizioni.it

SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI ABBONAMENTO
barrare la tipologia prescelta

❍ Riceverò **11 NUMERI** di **FARE ELETTRONICA**
pagando solo €45,00 anzichè €60,50

❍ Riceverò **11 NUMERI** di **FARE ELETTRONICA**
e **11 NUMERI** di **FIRMWARE**
pagando solo €79,50 anzichè €126,50

MODALITÁ DI PAGAMENTO
barrare la modalità prescelta

❍ **CARTA DI CREDITO**
❑ American Express ❑ Visa ❑ Mastercard

Titolare . . . . . .

n° . . . . . scad . . . . . .

❍ **VERSAMENTO SUL CCP N. 70107552**
Allegare la ricevuta (o copia) del versamento intestato ad **Inware Edizioni srl**, indicando nella causale: "Abbonamento Fare Elettronica"

❍ **BONIFICO BANCARIO**
Appoggiarlo su: **Poste Italiane - CIN: I - ABI: 07601**
CAB: 01600 - C/C: 000070107552
intestato ad **Inware Edizioni srl**

❍ **ALLEGO UN ASSEGNO**
intestato ad **Inware Edizioni srl**

Firma . . . . . .

Scopri sul retro di questo coupon i vantaggi a te riservati

BancoPosta

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Versamento

sul C/C n. 70107552 di Euro

importo in lettere

INTESTATO A:
INWARE EDIZIONI SRL

ESEGUITO DA:

VIA - PIAZZA

CAP LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE

AVVERTENZE
Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.
La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.
La somma deve essere espressa sempre in cifre e in modo da non consentire alterazioni. Non compilare il bollettino in modo diverso in presenza di più di due sì compone il bollettino.

CAUSALE

BancoPosta

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Accredito

sul C/C n. 70107552 di Euro

importo in lettere

TD 451

INTESTATO A:
INWARE EDIZIONI SRL

CAUSALE

ESEGUITO DA:

VIA - PIAZZA

CAP LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE
codice bancoposta

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOTTOSTANTE
importo in euro numero conto

AUT. DB/SISB/E 20017 DEL 11.04.2006

td

70107552 < 451>

ABBONATI SUBITO!

- Risparmierai fino a €47,00 sul prezzo di copertina
- Avrai la garanzia del prezzo bloccato per un anno
- Le riviste ti saranno recapitate comodamente a casa
- Compreso con l'abbonamento (o il rinnovo) riceverai un buono sconto del 20%* per un tuo prossimo acquisto sul sito www.farelettronica.com
- Compila questo cedolino in tutte le sue parti. Invialo in busta chiusa o via fax (fronte/retro) e riceverai in omaggio l'esclusivo portachiavi magnetico con orologio/datario di Fare Elettronica!

TIPO DI ABBONAMENTO:

❍ Personale
❍ Aziendale
❍ Scuola o Università

IL VOSTRO SETTORE DI COMPETENZA:

❍ Direzione Tecnica
❍ Direzione Acquisti
❍ Progettazione
❍ Insegnante
❍ Studente
Altro . . . . . .

PRODOTTO PRINCIPALE O SERVIZIO OFFERTO DALL'AZIENDA DOVE LAVORATE:

❍ Apparecchiature elettriche, elettroniche, ICT
❍ Apparecchiature scientifiche, misura e controllo
❍ Elettrodomestici
❍ Automotive
❍ Consulenza
❍ Vending
Altro . . . . . .

NUMERO DI DIPENDENTI DELLA VOSTRA AZIENDA:

❍ fino a 10
❍ da 10 a 50
❍ da 50 a 100
❍ da 100 a 500
❍ oltre 500

* Validità 3 mesi

INWARE EDIZIONI

fare elettronica
CULTURA ELETTRONICA APPLICATA

La rivista che ti accompagna ogni mese da oltre 22 anni con tante informazioni utili sui componenti, le loro applicazioni e una grande quantità di progetti completi di schema e pcb.

www.farelettronica.com

Il nuovo mensile, unico in italia, dedicato ai microcontrollori e alla microelettronica. Uno strumento indispensabile per tutti i progettisti di schede a micro.

www.fwonline.it

Fai il pieno con le riviste di
INWARE EDIZIONI!

IN EDICOLA O IN ABBONAMENTO

INWARE EDIZIONI

Inware Edizioni Srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI) Italy
Tel: 02.66504755 - Fax: 02.66508225
www.inwaredizioni.it
info@inwaredizioni.it

Scuola Radio Elettra

Un'esperienza unica

e

gratuita

per tutti gli ex allievi

1) Corso di Elettronica 2) Corso di Elettrotecnica 3) Corso di Elettronica Digitale 4) Corso di Elettronica Industriale 5) Corso di Elettronica Microprocessori

www.superelettra.it

Per informazioni rivolgersi al Servizio Ex Allievi

Codice MIP 252116